

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra energetiky

**Návrh využití mechanicko-biologické úpravy odpadů pro
vytypovanou lokalitu**

**Solutions Concept for the Mechanical-Biological Treatment
Systems Utilization of the Selected Region**

Student:

Jan Janša

Vedoucí bakalářské práce:

prof. Ing. Dagmar Juchelková, Ph.D.

Ostrava 2010

Zadání bakalářské práce

Student:

Jan Janša

Studijní program:

B2341 Strojírenství

Studijní obor:

3904R016 Technika tvorby a ochrany životního prostředí

Téma:

Návrh využití mechanicko-biologické úpravy odpadů pro vytypovanou lokalitu

Solutions Concept for the Mechanical-Biological Treatment Systems
Utilization of the Selected Region

Zásady pro vypracování:

Navrhněte možnosti využívání komunálního odpadu v podmínkách vytypovaného regionu ČR, svou pozornost zaměřte zejména na možnosti využití mechanicko-biologického zpracování. Navrhněte vhodné způsoby získávání, zpracování, popř. dalšího využívání vytríděných složek, zejména s ohledem na životní prostředí a obsah energie.

Zaměřte se zejména na proveditelnost navrhovaného řešení.

Diplomová práce bude obsahovat:

1. Popis problematiky využívání komunálního odpadu, včetně popisu situace v zahraničí.
2. Návrhy alternativ řešení problému.
3. Zpracování konkrétního řešení.
4. Zhodnocení významu navržené varianty.

Grafické práce:

1. Schémata vhodných technologií.

Další výkresovou dokumentaci volte dle potřeby.

Rozsah grafických prací: min. 4 formátů A4

Rozsah průvodní zprávy: min. 20 stran textu

Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] Prospekty firem zabývajících se problematikou využívání komunálního odpadu a bioplynu.
- [2] Internetové stránky zabývajících se problematikou využívání komunálního odpadu a bioplynu.
- [3] www.mzp.cz, statistické ročenky MŽP ČR
- [4] JUCHELKOVÁ, D., RACLAVSKÁ, H. *Odpady a jejich místo v lidském životě*. In: odborná příručka, Ostrava 2004, ISBN 80-248-0649-5
- [5] JUCHELKOVÁ, D., KOPPE, K. *Abfallbehandlung – Nakládání s odpady*. In: Monografie, Ostrava 2005, ISBN 80-248-0839-0
- [6] Údaje příslušného místního úřadu o produkovaném množství odpadu
- [7] Internetové stránky zabývajících se problematikou využívání biomasy (<http://www>).

biom.cz, aj.).


[8] STRAKA F. a kol. autorů: Bioplyn, GAS s.r.o., Říčany 2003, ISBN 80-7328-029-9

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **prof. Ing. Dagmar Juchelková, Ph.D.**


Datum zadání: 18.12.2009

Datum odevzdání: 21.05.2010



prof. Ing. Pavel Kolat, DrSc.
vedoucí katedry





prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucí bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 19.5.2010

Jan Janša

podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola Báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB – TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§35 dst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB – TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB – TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB – TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB – TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB – TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě : 19.5.2010

.....
Jan Janša
podpis

Jméno a příjmení autora práce:

Jan Janša

Adresa trvalého pobytu autora práce:

OSTRAVA, HRABOVÁ
MLYNÁŘSKÁ 73/22
okr. OSTRAVA-MĚSTO

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

JANŠA, J. *Návrh využití mechanicko-biologické úpravy odpadů pro vytypovanou lokalitu: bakalářská práce.* Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra energetiky, 2010, 54 s. Vedoucí práce: Juchelková, D.

Bakalářská práce se v úvodu zabývá popisem systému mechanicko-biologické úpravy směsných komunálních odpadů včetně popisu situace v zahraničí a dalšího využívání vytríděných složek. V další části se práce zabývá návrhem využití systému mechanicko-biologické úpravy v podmínkách města Ostravy. V jeho rámci je proveden výpočet ekonomického modelu provozu zařízení mechanicko-biologické úpravy odpadů realizovaného přímo v areálu skládky společnosti OZO. Dále je provedena kalkulace modelových posunů provozu mechanicko-biologické úpravy. Na závěr je provedeno vyhodnocení jednotlivých variant zejména s ohledem na životní prostředí a obsah energie.

ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

JANŠA, J. *Solutions Concept for the Mechanical-Biological Treatment Systems Utilization of the Selected Region: Bachelor Thesis.* Ostrava : VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Power Engineering, 2010, 54 p. Thesis head: Juchelková, D.

In the preamble the bachelor thesis deals with the description of the system of the Mechanical-Biological Treatment of the Ungraded Municipal Waste including the description of the situation abroad and the further usage of graded components. In the next part the thesis deals with the concept of usage the system of mechanical-biological treatment in the conditions of Ostrava city. In its framework the calculation of the economical model of the mechanism of the mechanical-biological waste treatment in the operation realized directly in the OZO's company junk yard is made. Further the calculation of the test movements in the operation of mechanical-biological treatment is executed. In the conclusion the evaluation of specific variants is performed, especially with regard to environment and the amount of energy.

Poděkování:

Své vedoucí prof. Ing. Dagmar Juchelkové, Ph.D. děkuji nejen za odbornou pomoc, ale také za objektivní připomínky a povzbuzování.

OBSAH

Seznam zkratek	1
Seznam použitých symbolů	2
1 Úvod	7
2 Rešerše	8
2.1 Zařízení MBÚ v České republice	8
2.2 Zařízení MBÚ v Evropě	10
3 Mechanicko-biologická úprava	17
3.1 Důvody pro zavádění MBÚ v ČR.....	17
3.2 Popis systému MBÚ	18
3.3 Typy vystupujících frakcí z mechanické úpravy	20
3.4 Využití nadsítné frakce z mechanické úpravy	21
3.5 Využití podsítné frakce z mechanické úpravy	23
3.6 Zhodnocení systému MBÚ	24
4 Návrh využití MBÚ pro vytypovanou lokalitu	26
4.1 Současný stav nakládání s komunálním odpadem ve městě Ostrava	26
4.2 Návrh ekonomického modelu provozu zařízení MBÚ	31
4.2.1 Stanovení nákladu provozu MBÚ.....	34
4.2.2 Modelové posuny.....	48
4.3 Porovnání se současným stavem.....	49
5 Závěr	50
6 Seznam použité literatury	52
7 Seznam příloh	54

Seznam zkratk

BRKO	Biologicky rozložitelné komunální odpady
BRO	Biologicky rozložitelné odpady
ČR	Česká Republika
EU	Evropská unie
KIC	Krajské integrované centrum nakládání s odpady
KO	Komunální odpady
MBÚ	Mechanicko-biologická úprava
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
POH	Plán odpadového hospodářství
SKO	Směsné komunální odpady
TAP	Tuhé alternativní palivo
TKO	Tuhý komunální odpad

Seznam použitých symbolů

A_{ee}	[kWh]	roční spotřeba elektrické energie
C	[Kč]	cena stavební a technologické části
F	[m ²]	zastavěná plocha
I	[Kč]	celková investice včetně úvěru
I_z	[%], [-]	uvažovaná úvěrová zátěž
N_1	[Kč]	roční náklad na investici včetně úrokové zátěže
N_2	[Kč]	roční náklad na pronájem pozemku
N_3	[Kč]	roční náklad na pojištění provozu
N_4	[Kč]	roční náklad na energie
N_5	[Kč]	roční náklad na práci lidí
N_6	[Kč]	roční náklad na vodní hospodářství
N_7	[Kč]	roční náklad manipulační techniky
N_8	[Kč]	roční náklad údržby
N_9	[Kč]	roční náklad odplynu
N_{10}	[Kč]	roční náklad analýz
N_{K1}	[Kč]	roční náklad dopravy kovů
N_{P1}	[Kč]	roční náklad na spalování
N_{P2}	[Kč]	roční náklad dopravy ke spálení
N_{S1}	[Kč]	roční náklad na skládkování stabilizátu
N_{S2}	[Kč]	roční náklad na skládkování nevyužitelného zbytku
N_{S3}	[Kč]	roční náklad dopravy na skládku
Q	[t]	roční kapacita zařízení
S	[m ²]	rozloha pozemku
V_{admin}	[m ³]	roční spotřeba pitné vody pro administrativní profese

$V_{\text{děl}}$	[m ³]	roční spotřeba pitné vody pro dělnické profese s předpokladem používání sprch
V_k	[t]	roční objem kovů vytěžených z SKO
V_{K1}	[Kč]	roční výnos z prodeje kovů
V_p	[t]	roční objem spalitelné části nadsítné frakce na výstupu z MBÚ
$V_{\text{pitná}}$	[m ³]	celková roční potřeba pitné vody
V_s	[t]	roční objem stabilizované podsítné frakce na výstupu z MBÚ
$V_{\text{splaš}}$	[m ³]	roční produkce odpadních vod splaškových
$V_{\text{sráž}}$	[m ³]	průměrný roční objem odtoku srážkových vod
V_z	[t]	roční objem nevyužitelného zbytku na výstupu z MBÚ
V_{zp}	[m ³]	roční spotřeba zemního plynu
c_{ap}	[Kč]	cena za analýzu vzorku paliva na výstupu z MBÚ
c_{as}	[Kč]	cena za analýzu vzorku stabilizátu na výstupu z MBÚ
c_{mantech}	[Kč]	náklad na nákup manipulační techniky
$c_{\text{pořizovací}}$	[t]	pořizovací cena zařízení
$c_{\text{pořizovací}}$	[Kč]	pořizovací cena zařízení
c_{stavba}	[%], [-]	procento pořizovací ceny připadající na stavbu včetně projektové a inženýrské činnosti dle referenčního zařízení
$c_{\text{technologie}}$	[%], [-]	procento pořizovací ceny připadající na nákup technologie dle referenčního zařízení
\dot{c}_{ee}	[Kč/kWh]	jednotková cena elektrické energie
\dot{c}_{kov}	[Kč/t]	aktuální cena za železné kovy
\dot{c}_{nafta}	[Kč/l]	aktuální cena nákupu motorové nafty
$\dot{c}_{\text{nájem}}$	[Kč/(m ² · rok)]	cena za nájem pozemku
$\dot{c}_{\text{pitná}}$	[Kč/m ³]	cena za měrnou jednotku pitné vody
\dot{c}_{skl}	[Kč/t]	aktuální cena za skládkování odpadu kat. „O“

\dot{c}_{spal}	[Kč/t]	aktuální cena za spalování SKO
$\dot{c}_{\text{splaš}}$	[Kč/m ³]	cena za odstranění splaškových vod
$\dot{c}_{\text{sráž}}$	[Kč/m ³]	cena za odvod srážkových vod
\dot{c}_{zp}	[Kč/m ³]	jednotková cena zemního plynu
h	[m]	průměrná roční výška srážek
i_{mantech}	[Kč]	investice do nákupu manipulační techniky
i_{stavba}	[Kč]	investice do stavby zařízení
i_{tech}	[Kč]	investice do technologie zařízení
k_d	[t]	kapacita dopravního prostředku
l_e	[km]	vzdálenost spalovacího zařízení
l_k	[km]	vzdálenost zpracovatelského zařízení kovů
l_s	[km]	vzdálenost skládky
m_{admin}	[Kč]	roční mzdový náklad včetně odvodů na administrativní pozici
$m_{\text{děl}}$	[Kč]	roční mzdový náklad včetně odvodů na dělnickou profesi
$\dot{m}_{\text{spotřeba}}$	[l/h]	spotřeba jednoho kusu manipulační techniky
\dot{n}_1	[Kč/t]	náklad na investici včetně úrokové zátěže
\dot{n}_2	[Kč/t]	náklad na pronájem pozemku
\dot{n}_3	[Kč/t]	náklad na pojištění
\dot{n}_4	[Kč/t]	náklad na spotřebu energií
\dot{n}_5	[Kč/t]	náklad na práci lidí
\dot{n}_6	[Kč/t]	náklad vodního hospodářství
\dot{n}_7	[Kč/t]	náklad manipulační techniky
\dot{n}_8	[Kč/t]	náklad údržby
\dot{n}_9	[Kč/t]	náklad odplynu
\dot{n}_{10}	[Kč/t]	náklad analýz
\dot{n}_{K1}	[Kč/t]	náklad na dopravu kovů

\dot{n}_{MBU}	[Kč/t]	celkový náklad metody mechanicko-biologické úpravy
\dot{n}_{P1}	[Kč/t]	náklad na spalovnu/energetický zdroj
\dot{n}_{P2}	[Kč/t]	náklad na dopravu paliva
$\dot{n}_{P\text{áléní}}$	[Kč/t]	náklad spálení nebo energetického využití upravené spalitelné frakce
\dot{n}_{Provoz}	[Kč/t]	náklad vlastního zařízení pro mechanicko-biologickou úpravu
\dot{n}_{S1}	[Kč/t]	náklad na uložení podsítné frakce stabilizované aerobní fermentací (stabilizát)
\dot{n}_{S2}	[Kč/t]	náklad na uložení nevyužitelného zbytku ze zpracování SKO
\dot{n}_{S3}	[Kč/t]	náklad na dopravu stabilizátu a nevyužitelného zbytku na skládku
$\dot{n}_{Skládka}$	[Kč/t]	náklad skládkování stabilizátu a zbytku na skládce odpadů
p_K	[%]	podíl kovů v SKO
$p_{mantech}$	[-]	předpokládaný počet kusů manipulační techniky
p_{PF}	[%]	podíl podsítné frakce v SKO na vstupu
p_{SF}	[%]	podíl nadsítné spalitelné frakce v SKO na vstupu
p_{stavba}	[Kč]	roční náklad na pojištění stavby
p_{tech}	[Kč]	roční náklad na pojištění technologie
p_{ZF}	[%]	podíl nevyužitelné frakce v SKO na vstupu
s_p	[t]	objem analyzované šarže (vzorku) paliva
s_s	[t]	objem analyzované šarže (vzorku) stabilizátu
\dot{s}_d	[Kč/km]	sazba za dopravu
$\dot{u}_{mantech}$	[%], [-]	procento z investice bez úvěrové zátěže pro údržbu manipulační techniky
\dot{u}_{stavba}	[%], [-]	procento z investice bez úvěrové zátěže pro údržbu stavby
\dot{u}_{tech}	[%], [-]	procento z investice bez úvěrové zátěže pro údržbu technologie
\dot{v}_{K1}	[Kč/t]	výnos z prodeje kovů

\dot{V}_{Kovy}	[Kč/t]	výnos z prodeje kovů
Z_{admin}	[-]	počet zaměstnanců v administrativě včetně managementu
$Z_{\text{děl}}$	[-]	počet zaměstnanců v dělnických profesích
Z_{PF}	[%]	ztráta hmotnosti podsítné frakce během biologické úpravy
Z_{SF}	[%]	ztráta hmotnosti spalitelné frakce během úpravy
ψ	[-]	odtokový koeficient z ploch areálu
τ_{mantech}	[rok]	doba odpisu manipulační techniky
τ_{provoz}	[h]	doba provozu pro jeden mechanismus ročně
τ_{stavba}	[roky]	doba odpisu stavební části
τ_{tech}	[rok]	doba odpisu technologické části

1 Úvod

Tato kapitola vychází z literatury [1].

Skládkování bylo a je i v současné době nejlevnějším a tudíž nejrozšířenějším způsobem likvidace komunálního odpadu v České republice. Bohužel nazmar přichází řada surovin a mnoho energie, která by se dala z odpadu získat.

Toto se snaží napravit, v roce 2003 schválený, Plán odpadového hospodářství ČR novelizovaný 31. prosince 2009, který nám klade dva hlavní cíle. Jednak snížit množství biologicky rozložitelných komunálních odpadů ukládaných na skládky. A také snížit množství komunálních odpadů ukládaných na skládky o 1 mil. tun směsných komunálních odpadů v roce 2020 oproti roku 1995. Pro srovnání největší česká spalovna v Praze-Malešicích má roční kapacitu 220 000 tun.

Jako řešení využívání směsných komunálních odpadů POH ČR, doporučuje technologii mechanicko-biologické úpravy odpadů, která pod „jednou střechou“ propojuje technologie na zpracování biologického odpadu (tzn. kompostárny nebo bioplynové stanice) s vytríděním dalších využitelných složek (tzn. kovy, alternativní palivo, apod.). Na skládky tak míří jen zpracovaná složka.

Ohledně MBÚ bylo publikováno mnoho článků, ve kterých autoři tuto metodu častokrát zatracovali nebo ji naopak až nesmyslně chválili, neviděli její nevýhody a brali ji jako náhradu spalování odpadu. Dnes již s jistotou můžeme říct, že technologie MBÚ není konečná, jak se o ní uvažovalo. Provádí pouze úpravu odpadů, na kterou musí navázat další technologie na jejich využití nebo odstranění, např. skládkování, spalování.

Ve své práci se zabývám popisem problematiky využívání technologie mechanicko-biologické úpravy komunálního odpadu, včetně popisu situace v zahraničí a dalšího využívání vytríděných složek. V druhé části se zabývám posouzením možnosti využití systému MBÚ v podmínkách Ostravska, ve srovnání s jinými způsoby nakládání se SKO, to vše zejména s ohledem na životní prostředí a využití obsahu energie v odpadu.

2 Rešerše

2.1 Zařízení MBÚ v České republice

Tato kapitola vychází z literatury [2, 21].

V minulosti v ČR existovaly plány na výstavbu zařízení podobných MBÚ, které by zpracovávaly KO. Například v Ostravě bylo v osmdesátých letech budováno zařízení na mechanicko-biologickou úpravu, které mělo zpracovávat netříděné odpady ze sídlišť v části Ostrava-Jih. Tento projekt nebyl nikdy dokončen a obsahoval dokonce i spalovnu tuhého alternativního paliva. V devadesátých letech byla jeho část ve zkušebním provozu, při němž se zjistilo, že při výrobě kompostu z podsítné frakce bohužel vznikal kompost, který byl použitelný pouze na rekultivace, protože obsahoval velké množství nežádoucích příměsí. Navíc provoz byl oproti skládkování neúměrně drahý, proto se ho provozovatel rozhodl nevyužívat.

Plán odpadového hospodářství ČR doporučuje technologii mechanicko-biologické úpravy odpadů jako jednu z cest k dosažení jeho hlavních cílů: snížení množství BRKO ukládaných na skládky a snížení množství komunálních odpadů ukládaných na skládky o 1 mil. tun směsných komunálních odpadů v roce 2020 oproti roku 1995. Proto MŽP ČR zadalo k řešení několik projektů a studií o MBÚ, např. *Ověření použitelnosti metody mechanicko-biologické úpravy komunálních odpadů a stanovení omezujících podmínek z hlediska dopadů na životní prostředí* (projekt VaV, 2005-2007) řešitelé projektu: FITE a.s., ETC Consulting Group s.r.o., SITA CZ a.s. Nebo *Studie výstavby zařízení MBÚ v České republice*, kterou zpracovala společnost Bioprofit, s.r.o. Tyto projekty měly za cíl, na základě zkušeností ze zahraničí, ověřit vhodnost MBÚ pro podmínky ČR.

V současné době v České republice nepracuje žádné zařízení na MBÚ, ale několik jich je v různém stadiu přípravy projektu. V tabulce 2.1 je seznam potencionálních projektů linek na MBÚ soukromých firem, většinu těchto projektů dosud brzdil nezáměr o TAP a chybějící podpora ze strany státu.

Tab. 2.1 Připravované projekty MBÚ či podobné MBÚ. [21]

Název projektu	Umístění	Předpokládaná kapacita [t/rok]	Spoluspalovací zdroj	Poznámka
EKOLOGIE s.r.o.	Skládka Rynholec Středočesky kraj	70000	ČLUZ a.s.	Výstavba zplyňovacího zařízení, úvodní studie
Marius Pedersen	Zdechovice Pardubický kraj	30–45 tis.	Cementárna Prachovice	Projekt pro ÚR
A.S.A	Neznámé	120000	Neznámý	Úvodní studie
Hantály a.s.	Velké Pavlovice Jihomoravský kraj	15000	Neznámý	Úvodní řízení
Skládka Tušimice a.s.	Tušimice	50–100 tis.	Neznámý	Úvodní studie
Skládka Radim	Radim Středočeský kraj	110000	Neznámý	Úvodní řízení

Ze strany měst a obcí, přestože jsou přímými původci SKO nejsou kromě Karlovarského kraje zatím vyvíjeny žádné aktivity vedoucí k možnosti výstavby linek MBÚ těmito investory.

V Karlovarském kraji byla prováděna studie společností MOTT MACDONALD Praha s.r.o. v roce 2008–2009, v rámci této studie je navržena realizace dvou linek MBÚ s kapacitou cca 40–50 tis. TKO za rok a výrobou granulovaného TAP. V této době pokračuje zpracování tzv. koncesní studie svazkem měst a obcí Ekoodpady, která má vyústit v další závěry.

2.2 Zařízení MBÚ v Evropě

Tato kapitola vychází z literatury [3, 4, 5, 6,13].

Kapacita moderních zařízení na mechanicko-biologickou úpravu dosáhla v Evropě již přes 20 mil. t/rok.

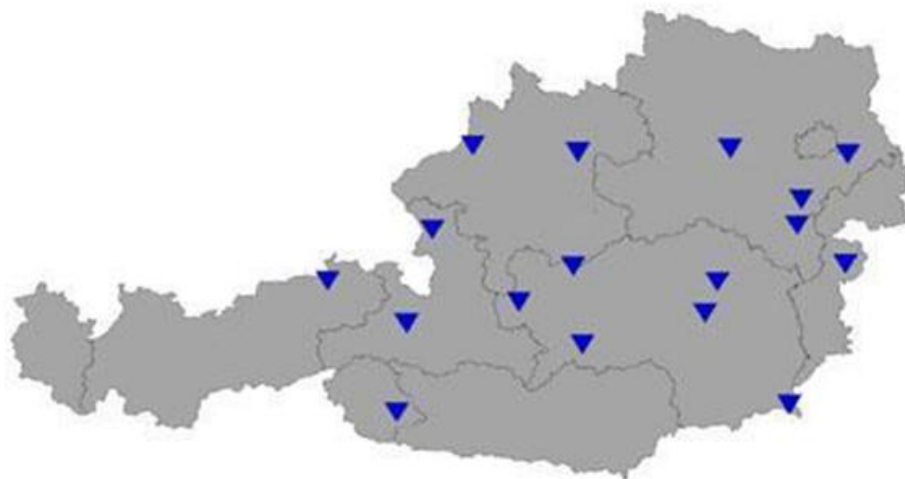
Technologie mechanicko-biologické úpravy nové generace se v Evropě ve větším měřítku realizuje až v posledních dvou desetiletích.

Do této kapitoly jsem vybral státy, které mají s MBÚ velké množství zkušeností a využívají na svém území, ať už do počtu či kapacity, nejvíce této technologie např. Itálie, Německo, Španělsko a Rakousko. Dále státy kde se tato technologie postupně prosazuje, např. Portugalsko, Řecko, Velká Británie a další země.

Rakousko

Od roku 2004 je v Rakousku na základě vyhlášky o skládkování (Deponieverordnung, BGBl. Nr. 164/1996) povinnost upravovat KO před uložením na skládku. Toto vedlo k výstavbě velkého množství spaloven a zařízení MBÚ pro úpravu především komunálních odpadů.

V roce 2008 bylo v Rakousku v provozu 17 zařízení MBÚ (viz. obrázek 2.1). Kapacity jednotlivých zařízení se pohybují od 10 000 t/rok do 140 000 t/rok a zařízení jsou v provozu ve spolkových zemích Štýrsko (počet 6), Dolní Rakousko (4), Tyrolsko (1), Východní Tyrolsko (1), Salzbursko (2), Hornorakousko (2) a Burgenland (1). Jejich maximální kapacita v roce 2006 byla 686 350 t/rok (v období 2003-2006 stoupla, ze 441 350 t/rok na 686 350 t/rok). Největší z nich je Siggerwiesen ve spolkové zemi Salzbursko s kapacitou 140 000 t/rok.

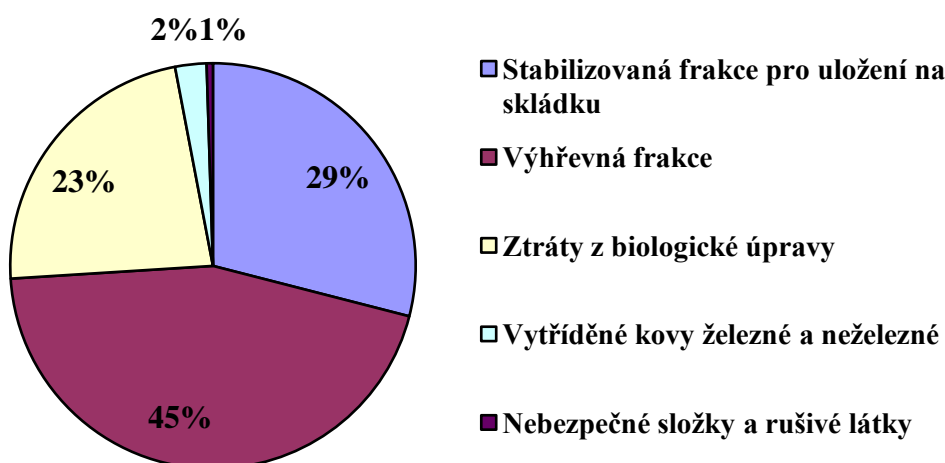


Obr. 2.1 Rozmístění zařízení na MBÚ v Rakousku. [4]

U odpadů upravených v zařízeních MBÚ se podle vyhlášky o skládkování sledují hodnoty podílu organického uhlíku a s tím související výhřevnost, která nesmí překračovat 6 000 kJ/kg v sušině. Proto, aby byla jistota jen velmi malé aktivity ukládaných odpadů, musí být splněny parametry stability a potenciál tvorby plynu.

V Rakousku se pro MBÚ používá technologie, kdy je odpad v mechanické části roztříděn na jednotlivé frakce a ty jsou dále upravovány. V biologické části je podsítná frakce stabilizována výhradně aerobním způsobem. Vytříděná výhřevná frakce je upravena na alternativní palivo v požadované kvalitě. Toto palivo je spalováno v elektrárnách popřípadě cementárnách, nebo v případě horší kvality ve spalovnách.

Většina zařízení MBÚ v Rakousku vykazovala přibližně tyto poměry výstupních frakcí: stabilizovaná frakce pro uložení na skládku 29 %, výhřevná frakce 45 %, ztráty z biologické úpravy 23 %, množství vytříděných kovů 2,5 %, nebezpečné složky a pro proces rušivé látky 0,5 %. Poměry výstupních toků jsou vidět na obrázku 2.2.



Obr. 2.2 Přibližný podíl frakcí ze zařízení na MBÚ v Rakousku. [3]

V Rakousku standardizuje požadavky pro technologie mechanicko-biologické úpravy na vstupní druhy odpadů i jednotlivé technologické postupy, včetně odpadních plynů Směrnice.

Itálie

Přesto, že začala Itálie využívat technologii MBÚ jako jedna z prvních a patří v jeho využívání mezi vedoucí evropské země, je v ní skládkování neupraveného KO hlavním způsobem jeho odstraňování. Snižování množství odpadu ukládaného na skládky se jí daří dosahovat nárůstem odděleného sběru a stavbou spaloven a zařízení MBÚ, které jsou zaměřeny buď na biostabilizaci nebo na výrobu alternativního paliva.

V roce 2005 bylo v Itálii v provozu přes 100 zařízení MBÚ různé technologické úrovně. Maximální kapacita zařízení byla 13,3 mil. t/rok, přesto v nich bylo zpracováno pouze 8,5 mil. t/rok komunálních odpadů (23 % celkové produkce KO). Téměř polovina všech zařízení se nachází na severu země, ve střední a jižní části je jich přibližně po čtvrtině. Právě v severní části Itálie bylo zařízeními MBÚ v roce 2005 zpracováno 33,2 % komunálních odpadů.

Alternativní palivo z výhřevné frakce podléhá odpadové legislativě a k jeho výrobě má oprávnění asi polovina zařízení MBÚ. Pro jeho výrobu jsou stanoveny přísné požadavky na vstupní odpady. V roce 2006 byla nově zavedena definice pro alternativní palivo vyšší kvality. Toto alternativní palivo vyšší kvality, je podle italských právních předpisů obnovitelným zdrojem energie. Při výrobě alternativních paliv je povolena maximální hranice 50 % hmotnosti použití odpadů, které nespádají pod komunální odpady a nejsou nebezpečné.

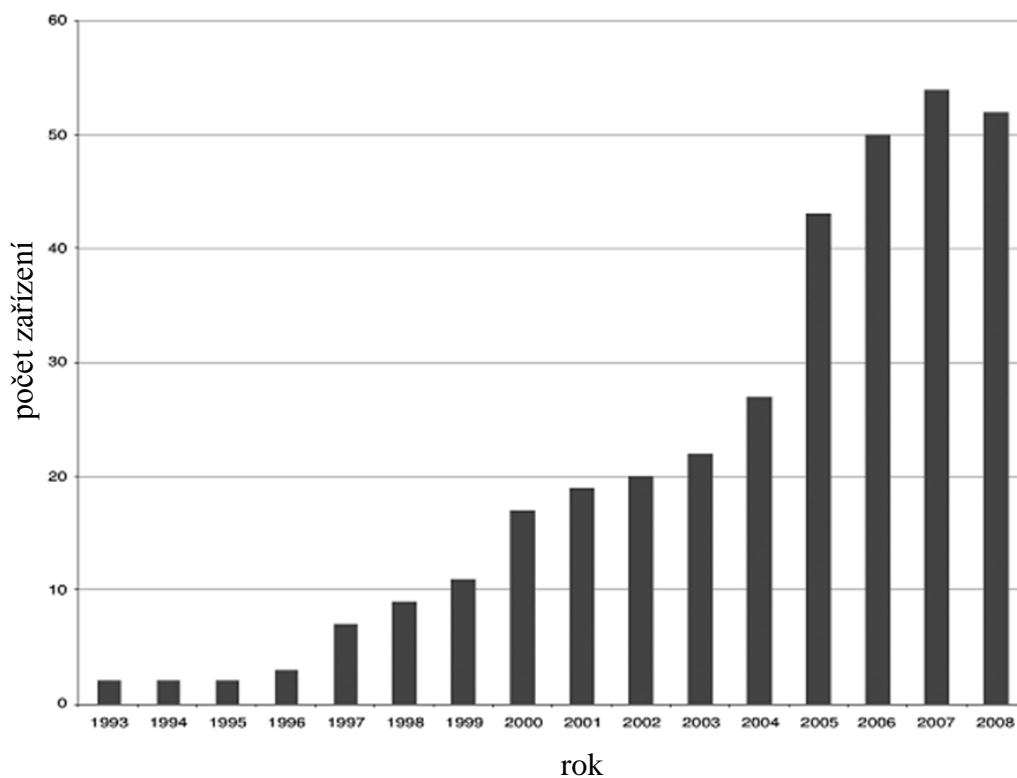
Biologická část úpravy je v italských zařízeních z více než 95 % založena na aerobní stabilizaci, která má, oproti anaerobní nižší investiční náklady. Biologicky stabilizována složka odpadů je ukládána na skládky.

Německo

Velký nárůst v objemu odpadů v osmdesátých letech minulého století způsobil v Německu, že v roce 1993 německá vláda rozhodla o tom, že se od 1. 6. 2005 bude na skládky ukládat pouze zpracovaný KO, jako jediný způsob zpracování bylo zvoleno spalování odpadu. Tento politický závazek byl pak v mnoha malých obcích nerealizovatelný. Proti spalování navíc sílil i odpor obyvatelstva kvůli údajnému znečišťování ovzduší (například dioxiny, těžké kovy apod.).

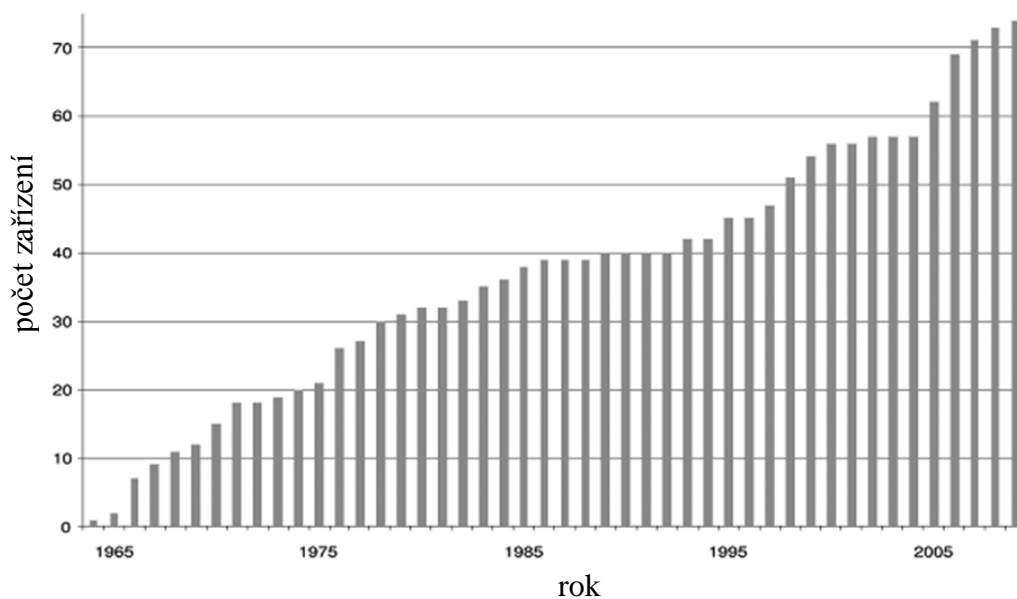
Až v roce 1999 diskuse dospěla v to, že toto ustanovení může být plněno i pomocí MBÚ a nejenom termickou úpravou. V letech 1999 až 2001 probíhaly odborné i politické spory o požadavcích na tuto technologii. V roce 2001 vyústily uzákoněním požadavků na výstup z MBÚ pro uložení na skládky komunálního odpadu. Zároveň byly stanoveny velmi přísné emisní požadavky na MBÚ.

I přes dvanáctileté přechodné období byla většina zařízení na mechanicko-biologickou úpravu v Německu zprovozněna v letech 2004–2006. Vývoj výstavby zařízení MBÚ je vidět na obrázku 2.3. Tento rychlý nástup MBÚ vedl k problémům při projektování, výstavbě a uvádění do provozu.



Obr. 2.3 Přehled vývoje počtu zařízení na MBÚ odpadů v Německu. [5]

Velký problém nastal i s alternativním palivem, jehož náhlou velkou produkci neměl kdo odebírat, to pocítila i ČR v podobě nelegálního dovozu odpadů z Německa. Tento problém se snaží řešit výstavbou zařízení speciálně určených na spalování alternativního paliva. Vývoj jejich počtu je vidět na obrázku 2.4.



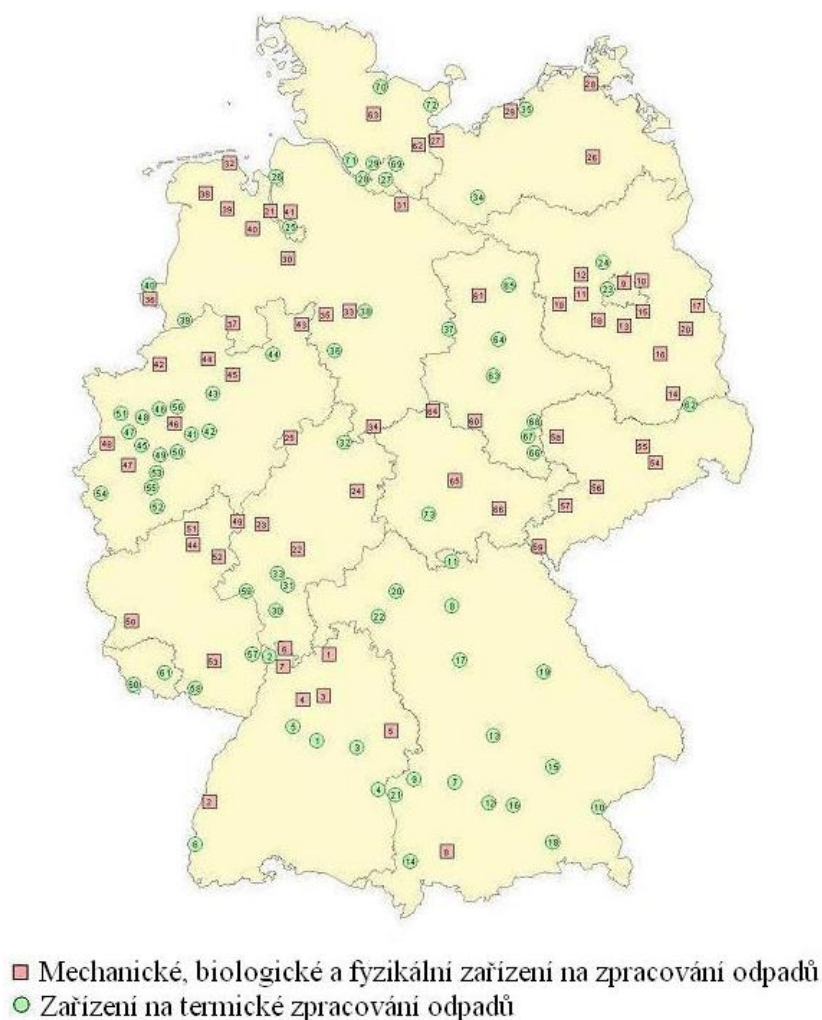
Obr. 2.4 Vývoj počtu spaloven a zařízení na spalování alternativního paliva v Německu (97 % zařízení je roštových). [5]

V Německu se zařízení na mechanicko-biologickou úpravu dělí podle technologického postupu do tří skupin:

- mechanicko-biologická úprava
- mechanicko-biologická stabilizace (biosušení)
- mechanicko-fyzikální úprava (fyzikální sušení)

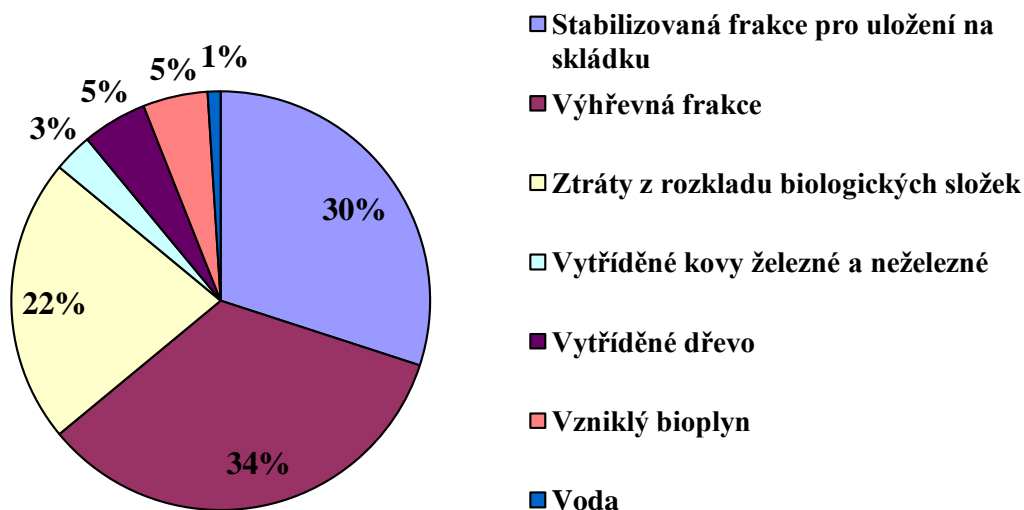
V Německu je v provozu přes 50 zařízení MBÚ. V roce 2006 byla jejich celková kapacita 5,6 mil t/rok, z toho technologie založená na klasické mechanicko-biologické úpravě (aerobní stupeň, mokrá i sucha fermentace s aerobním dotlením) tvořila 72 %, biosušení 22 % a fyzikální stabilizace 6 %.

Kapacity jednotlivých zařízení na MBÚ se pohybují od 16 000 t/rok do 300 000 t/rok a jak je vidět na obrázku 2.5 zařízení jsou v provozu ve všech spolkových zemích s výjimkou Sárska. Největší z nich je Cröbern ve spolkové zemi Šlesvicko-Holštýnsko s kapacitou 300 000 t/rok.



Obr. 2.5 Rozmístění zařízení na zpracování odpadů ve spolkových zemích. [6]

Většina zařízení MBÚ v Německu vykazovala přibližně tyto poměry výstupních složek: stabilizovaná frakce pro uložení na skládku 30 %, výhřevná frakce 34 %, ztráty z rozkladu biologických složek 22 %, množství vytříděných kovů 3 %, množství vytříděného dřeva 5 %, vzniklý bioplyn 5 % a voda 1 %. Poměry výstupních toků jsou vidět na obrázku 2.6.



Obr. 2.6 Přibližný podíl výstupních složek ze zařízení na MBÚ v Německu. [5]

Španělsko

V posledních letech byla ve Španělsku realizována mnohá zařízení MBÚ. Nejvíce z nich využívá anaerobní technologii úpravy biologické složky KO (cca 60 % mokrou cestou, cca 40 % suchou cestou), při které vzniká bioplyn, který se energeticky využívá. Zbytky z fermentace se stabilizují v kompostovacích uzavřených tunelech a poté jsou ukládány na skládky. V roce 2006 bylo ve Španělsku v provozu 26 zařízení MBÚ. Jejich maximální kapacita byla přibližně 1,5 mil. tun za rok, čímž se Španělsko řadí mezi státy, v nichž je využívání MBÚ nejvíce rozšířeno. Nejvíce jsou zařízení na MBÚ koncentrována v okolí Madridu, Baskicka a Katalánska. Celkově bylo v roce 2006 zařízeními MBÚ upraveno 15 % směsných domovních odpadů a dalších 8,5 % z celkového množství komunálního odpadu zpracovávalo 10 provozovaných spaloven. Stabilizovaná biologická frakce je ukládána na skládky, přičemž nejsou na tento materiál žádné legislativní požadavky. V případě lepší kvality je i využívána k rekultivaci či obohacení některých půd.

Další země

Již na počátku devadesátých let minulého století bylo sice v Portugalsku realizováno první jednoduché zařízení MBÚ, ale až od roku 2001 jsou v provozu první tři zařízení s moderní technologií. V Portugalsku jsou zařízení MBÚ zaměřené na výrobu alternativního paliva z odpadů a stabilizaci bioodpadů anaerobní digescí.

V Řecku byla v roce 2007 provozována při plném či zkušebním provozu tři zařízení na MBÚ a stavba dalších pěti byla v různé fázi plánování. Po dokončení všech těchto zařízení by jejich celková kapacita měla být 840 000 t/rok. Stejně jako v jiných zemích je problematický odbyt výhřevné frakce. Stabilizovaná biologicky rozložitelná frakce se ukládá na skládky, přičemž pro ni nejsou stanoveny žádné limity. Stabilizovaná biologická frakce je používána k rekultivaci nezemědělských ploch nebo ukládána na skládky, přičemž nejsou na tento materiál žádné legislativní požadavky.

Ve Velké Británii je dlouhodobě využíván nejlevnější způsob nakládání s odpadem tzn. skládkování. Ale i tak je v provozu několik MBÚ zařízení s technologií biologické stabilizace.

Ve Francii je trend snižování skládkování biologicky rozložitelných odpadů spíše jejich separovaným sběrem než s použitím zařízení MBÚ, přesto jedno zařízení využívající anaerobní digescí za účelem získávání bioplynu existuje.

V Dánsku, Švýcarsku a Holandsku se využívají výhradně spalovny. Holandsko má navíc od roku 2000 zakotveno v legislativě, že se na skládky nesmí ukládat spalitelné součásti komunálních odpadů.

3 Mechanicko-biologická úprava

3.1 Důvody pro zavádění MBÚ v ČR

Tato kapitola vychází z literatury [1, 7].

Důvodem pro zavádění mechanicko-biologické úpravy je snaha omezit množství ukládaného komunálního odpadu na skládky a tím prodloužení jejich životnosti.

Dalším důvodem je materiálové využití složek KO, stabilizace organické frakce zbytkového odpadu, čímž vzniká inertní materiál, který nevytváří při skládkování plyny ovlivňující antropogenní skleníkový efekt a klimatické změny planety. Současně se ztrátami vody a biologicky rozložitelného materiálu redukuje jeho množství. Tyto ztráty se mohou pohybovat mezi 20 a 35%, v závislosti na době po jakou proces probíhá. Dále se využívá energetického potenciálu KO, který by byl jinak uložen na skládky. Vyrábí se z něj kvalitní alternativní palivo, které může snížit spotřebu fosilních paliv.

Problémem skládkování se zabývala také evropská rada a vydala směrnici Rady 1999/31/ES, která ukládá členským státům vypracovat národní strategii, která povede k recyklaci, kompostování, produkci bioplynu nebo zhodnocení surovin a energie. Tato směrnice ukládá členským státům Evropské Unie omezení množství biologicky rozložitelného odpadu odcházejícího na skládky v roce 2006 na 75 % v roce 2009 na 50 % a v roce 2016 na 35 % množství, které bylo skládkováno v roce 1995. ČR a další nové členské státy dostaly odklad, podle kterého má odcházet na skládky v roce 2010 nejvíce 75 %, v roce 2013 nejvíce 50 % a v roce 2020 nejvíce 35 % hmotnostních z celkového množství BRO vzniklého v roce 1995.

Tato směrnice byla implementovaná do POH ČR, a tak nám Legislativa dává dva hlavní cíle: snížit množství biologicky rozložitelných komunálních odpadů ukládaných na skládky (viz výše) a snížit množství komunálních odpadů ukládaných na skládky tak, aby bylo zajištěno využití 50 % hmotnosti papíru, plastů, kovů a skla jako složky komunálního odpadu. Cílovou hodnotou pro MŽP je pak odklonění 1 mil. tun SKO v roce 2020 od skládek.

Ze souhrnného vyhodnocení účinnosti nařízení vlády č. 197/2003 Sb., o Plánu odpadového hospodářství České republiky za období let 2004 až 2006 lze vyčíst dvě zásadní informace: V oblasti všech odpadů, mimo komunální, se prakticky daří plnit drtivou většinu cílů celého systému odpadového hospodářství.

Nemilou informací je skutečnost, že v oblasti komunálních odpadů nejsou plněny, v zásadních parametrech cíle POH, s výjimkou separace obalových odpadů.

Závažným problémem zůstává množství biologicky rozložitelných komunálních odpadů ukládaných na skládky. Právě v této oblasti POH ČR, doporučuje zaměřit se na výstavbu kompostáren, zařízení pro anaerobní rozklad (bioplynové stanice) a právě MBÚ.

Zařízení MBÚ slouží k úpravě odpadů, na kterou musí navazovat další technologie na jejich využití nebo odstranění. Obecně vzato, do zařízení vstupují hlavně směsné komunální odpady včetně živnostenských, které mají poměrně vysoký obsah biologicky rozložitelných materiálů.

Ty mohou být dle místních a technologických požadavků upravovány spolu s čistírenskými kaly nebo průmyslovými odpady.

Přesto používané procesy a zákony omezují nebo vylučují některé druhy odpadů. Například:

- nebezpečné průmyslové
- infekční odpad z nemocnic či jatek
- stavební odpady

3.2 Popis systému MBÚ

Tato kapitola vychází z literatury [7, 8].

Název naznačuje, že systém má dvě složky. Zjednodušeně, mechanická část pomocí technologií jako prosívání, foukání vzduchu apod. rozdělí odpad na části s nízkým a vysokým podílem biologicky rozložitelného odpadu a na odpady, které by se daly dále materiálově využít. Přičemž část s vyšším obsahem biologicky rozložitelného odpadu je dále zpracována druhou složkou tzv. biologickou úpravou a to buď aerobně (intenzivní aerobní tlení v tunelech, boxech a atd.) nebo anaerobně (digescí mokrou nebo suchou cestou) s následným aerobním dotlením k docílení odbourání organických složek, čímž jsou biologicky stabilizovány.

Z části s nižším obsahem biologicky rozložitelného odpadu se většinou vyrábí tuhé alternativní palivo (TAP), které je určeno k energetickému využití.

Biologická úprava může být provedena jak po mechanické úpravě, tak i před mechanickou úpravou. Většinou ale každá varianta začíná alespoň mechanickou předúpravou (předdrcením a vyjmutím škodlivých odpadů).

V procesech jednotlivých zařízení na MBÚ jsou často velmi velké rozdíly, mohou být postavena na různé bázi a mají různé požadavky na výstupy. Mechanická fáze zpracovávání zahrnuje úpravu a oddělování odpadů.

Mohou v ní být zahrnuty následující procesy:

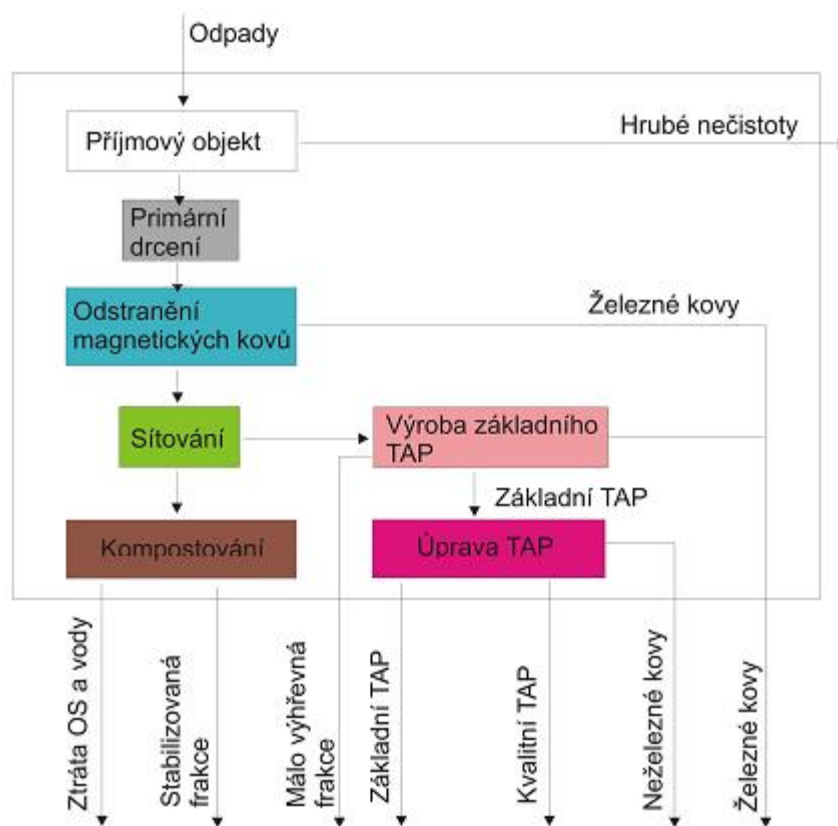
- vstupní kontrola vstupujících odpadů, odebrání nežádoucích odpadů (velkoobjemný odpad, odpad podléhající zpětnému odběru)
- předdrcení odpadu
- vyseparování nežádoucích složek, které mohou ztížit následné zpracování, železné a neželezné kovy či další materiály k materiálovému využití (např. oddělení kovů magnetickými separátory)
- optimalizace velikosti částic pro následné zpracování (např. prosévání, drcení)
- oddělení biodegradovatelných materiálů z propadu primárního prosévání tak, aby mohly být poslány do procesu biologické úpravy (použití např. rotační síta, gravitační či vzduchové separátory, separátory pracujícími na bázi blízkého infračerveného záření)
- oddělení materiálů s vysokou výhřevností vhodných pro výrobu alternativního paliva, jako jsou papír, plasty a textilie z primárního prosévání (např. vzdušnou separací). Oddělení může být realizováno podle kritéria stupně výhřevnosti, např. středně a vysoce výhřevná frakce
- homogenizace materiálu, který bude dále zpracován biologickou úpravou

Bez ohledu na tyto procesy mohou zařízení zahrnovat také např. vybavení pro regeneraci kovů a pro získávání minerálních frakcí. Specifikací týkajících se zařízení pro mechanicko-biologickou úpravu je mnoho a jsou různé.

U MBÚ bývá zpravidla dělení na jednotlivé frakce realizováno síťováním s použitím libovolného počtu sít s různými velikostními ok podle počtu požadovaných výstupních frakcí. Ve své práci budu uvažovat, že vystupují nadsítné a podsítné frakce a odpady k materiálovému využití.

Pokud by zařízení pracovalo s těmito procesy bez dalšího zpracování biologickou úpravou, nejednalo by se o MBÚ, ale spíše o výrobu alternativního paliva, protože by neplnila jeden z hlavních cílů MBÚ – stabilizovat biologickou složku odpadu.

Zařízení MBÚ mohou být velmi rozdílná. Možné schéma materiálových toků MBÚ je vidět na obrázku 3.1.



Obr. 3.1 Možné schéma materiálových toků zařízení MBÚ. [21]

3.3 Typy vystupujících frakcí z mechanické úpravy

Tato kapitola vychází z literatury [7, 8, 9].

Může se jednat o následující typy výstupů:

- 1) Odpady k materiálovému využití – především železné a neželezné kovy, eventuálně určité druhy plastů, např. PVC, které by ovlivňovalo množství chlóru v alternativním palivu
- 2) Nadsítná frakce – vytřídněná výhřevná frakce k energetickému využití
- 3) Podsítná frakce – dosud biologicky nestabilizovaná frakce určená ke stabilizaci, nachází se v ní většina biologicky rozložitelného materiálu.

3.4 Využití nadsítné frakce z mechanické úpravy

Tato kapitola vychází z literatury [10, 14].

Mechanickými procesy drcení, separace a sítování je vytříděna spalitelná frakce, která se podle evropské normy TNI 83 83 02, označuje jako tuhé alternativní palivo (TAP), anglicky SRF- soil recovered fuel. Toto palivo může být využito ve vhodném zařízení v režimu spalování odpadu. V současné době náš právní řád pojem tuhé alternativní palivo, zrušením vyhlášky č. 357/2002 Sb., nezná. Zná pouze pojem alternativní palivo, který je uveden v nařízení vlády č.146/2007 Sb. Ale v zemích, kde je technologie MBÚ dlouhodobě provozována, je snaha rozdělovat produkovaná paliva z mechanicko-biologické úpravy do dvou základních kvalitativních tříd.

TAP kvality B je palivo ze základní technologické úpravy – většinou sítování, odstranění kovů apod. Obvykle se jedná o TAP svou povahou stále připomínající odpad (viz. tabulka 3.1). Výhřevnost tohoto paliva se obvykle pohybuje mezi 12,5 až 18 MJ/kg. Toto palivo bývá spalováno ve spalovnách odpadů, kotlích s cirkulujícím fluidním ložem a v monozdrojích. Jeho využití v ostatních spalovacích zařízeních je omezeno hlavně jeho mechanickými vlastnostmi a v menší míře pak obsahem nechtěných příměsí

TAP kvality A je palivo, při jehož výrobě je využito pokročilých technologií úpravy – obvykle pneumatická nebo balistická separace, sekundární drcení, odstranění látek bohatých na chlór a další. Je to významně kvalitnější palivo než TAP kvality B, ať už co se mechanických vlastností týče, tak obsahu nechtěných příměsí. Jak je vidět v tabulce 3.1 TAP kvality A již ztrácí charakteristiku odpadu. Výhřevnost tohoto paliva bývá více než 20 MJ/kg. Toto palivo je již možné spalovat ve většině typů elektrárenských uhelných kotlů.

Tab. 3.1 Některé vlastnosti TAP kvality A a B. [10]

Některé vlastnosti TAP kvality A a B		
Vlastnost	Kvalita A	Kvalita B
Výhřevnost	> 20 MJ/kg	12,5–18 MJ/kg
Obsah popela	< 12 %	< 20 %
Chlór	< 0,8 %	< 1 %
Obsah inertu	1–2 %	1–2 %
Velikost částic	< 50mm	< 250 mm

Problémy nadsítné frakce

Problémy nadsítné frakce se týkají především využívání TAP. Poučit se můžeme především z příkladu Německa, kde bylo v letech 2002–2004 vybudováno velké množství MBÚ, aniž by bylo myšleno na kapacity pro využívání nadsítné frakce – TAP. Než se dobudovaly monozdroje na spalování TAP, musela být nadsítná frakce skladována, což ještě prodražilo celý systém nemluvě o budování monozdrojů.

Je potřeba zdůraznit, že jakékoliv alternativní palivo, vyrobené procesem MBÚ ze zbytkového komunálního odpadu, má sice vyšší výhřevnost než KO, má ale také podobné problematické škodliviny, musí se proto počítat podobnými emisemi jako při spalování KO.

Velký problém je také v legislativě, která požaduje spalování TAP v režimu spoluspalování, což přináší povinnost instalace kontinuálního měření emisí a dodržování přísnější emisních limitů. Dále jsou vyžadovány úpravy na dopravních cestách a je potřebná změna integrovaného povolení na zdroj. Spoluspalování může vést k problémům ve vztahu s veřejností a orgány státní správy. To provozovateli přináší značná finanční a provozní rizika.

Potenciální odběratelé mají také obavy z kvality TAP na vstupu do zařízení, především z obsahu chlóru, který se pohybuje v řádu 0,5–1,2 %, což je zhruba 1000 krát více než u klasické biomasy. S tím jsou spojeny technologická rizika využívání TAP (zejména koroze fluidních kotlů, ohrožení dalšího použití škváry, energosádovce apod.).

Provozovatelům se také předem velmi těžce odhadují investice do úprav technologie spojené s přechodem na spoluspalování odpadu.

Dalším důvodem nevyužívání TAP je relativně nízká cena fosilních paliv a také to, že veřejnost a stát podporují spíše energetické využití biomasy než spalování tuhého alternativního paliva vyrobeného z odpadu. Proto je pro provozovatele schůdnější cesta spoluspalování biomasy.

TAP nemohou používat ani klasické spalovny komunálního odpadu, protože má vyšší výhřevnost než neupravený komunální odpad, na který jsou stavěné.

Nedá se ani počítat se spalováním v cementárnách, protože většina spaluje použité pneumatiky nebo alternativní paliva již dnes, a nelze počítat s významným odběrem TAP z nově vzniklých MBÚ.

V případě nezájmu o TAP ze strany soukromých provozovatelů bude potřeba vybudovat monozdroje, které by spalovaly výhradně TAP z MBÚ za významného přispění státních prostředků.

3.5 Využití podsítné frakce z mechanické úpravy

Tato kapitola vychází z literatury [11, 12].

V této frakci jsou všechny ostatní zbytky, měla by teoreticky obsahovat většinu biologicky rozložitelných látek z KO a co nejmenší množství nežádoucích materiálů. Tato frakce se ještě stabilizuje a to buď aerobně – při této stabilizaci by měl vzniknout kvalitní kompost, který by se dal využít pro zemědělské účely nebo alespoň jako rekultivační materiál. Nebo se stabilizuje anaerobně – při této technologii by měl teoreticky vzniknout bioplyn pro energetické využití a digestát, který by měl být kvalitní hnojivo.

Problémy podsítné frakce

Aerobní zpracování

Výroba kvalitního kompostu je téměř nemožná z důvodu velkého znečištění podsítné frakce hlavně bateriemi, rozbitými žárovkami a lékovkami. U kompostu – výrobku z kompostárny – se musí testovat tak zvaná vyluhovatelnost. Sleduje se, jestli se ve vlhkém prostředí z hotového kompostu nevyučují nevhodné látky. Surová podsítná frakce uvolňuje do vodného prostředí poměrně vysoké koncentrace nežádoucích látek, například organický uhlík, obsah zinku, apod. Kompostováním sice došlo ke snížení těchto ukazatelů až na desetinu původních hodnot, ale i tak tzv. kompost překračuje dnešní limity vysoko nad normou, hlavně limity pro polyaromáty a ekotoxicitu. Znečištění je tak vysoké, že jej nelze používat ani jako rekultivační materiál. Jedinou možností je ukládat ho na speciální skládky.

Anaerobní zpracování

Při zpracování podsítné frakce anaerobně nemusí být produkce metanu dostatečná, aby se dal vzniklý bioplyn spalovat bez úpravy (obsah metanu do 50 %). Testy na výstup z anaerobního zpracování dopadly podobně jako u kompostování, při mnohem větších nákladech.

V Německu pracuje přes padesát zařízení MBÚ. Pro stabilizovanou podsítnou frakci, která nejde využít, mají speciální skupinu skládek. Limity výluhů pro ukládání na ně jsou zhruba třikrát vyšší než u běžných skládek komunálního odpadu a znamenají proto větší ohrožení životního prostředí.

V případě že bude v ČR masově využíváno technologií MBÚ, bude nutné legislativně umožnit ukládání produktů z úpravy podsítné frakce na skládky KO, nebo pro ně zavést zvláštní kategorii skládek tak, jak je to např. v Německu. Toto nově vyřešilo ministerstvo životního prostředí tím, že nebude požadovat výluhovou zkoušku stabilizované frakce MBÚ, která bude ukládána na skládky.

Výhoda podsítné frakce:

I přesto, že se kompost nedá použít pro obchodní nebo zemědělské účely, ukládá se na skládku pouze biologicky stabilizovaný materiál – kompostost/digestát. Tato skládka má pak výrazně lepší environmentální dopady na životní prostředí než skládky pro neupravený odpad, protože se omezí tvorba skleníkových plynů a škodlivých výluhů.

3.6 Zhodnocení systému MBÚ

Tato kapitola vychází z literatury [12].

Pokud bude nadále přetrvávat odpor veřejnosti proti výstavbě spaloven KO, vidím MBÚ jako způsob, jak alespoň částečně využívat energii obsaženou v odpadech. Ovšem pouze za předpokladu, že budou dořešeny legislativní otázky kolem TAP a jeho spalování, definování pojmu a provozu MBÚ a ukládání výstupních složek na skládky. Nově od ledna 2010 dělá MŽP kroky k tomu, aby vyjasnila legislativní prostředí týkající se MBÚ a podpořila jeho rozvoj dotacemi nejen na výstavbu MBÚ, ale také na vytváření kapacit pro spalování TAP.

Velkou konkurencí pro TAP je také to, že ČR musí zvyšovat podíl výroby energie z obnovitelných zdrojů jako je biomasa, jejíž spalování je již dlouho legislativně podporováno, a zároveň také snižovat skládkování, což lze efektivně pouze energetickým využíváním odpadů. Provozovatelé energetických zařízení nemají o TAP zájem, protože už často spalují biomasu. Ta je často neekologicky dovážena přes celou republiku, například z Plzně až do Teplárny v Ostravě. Provozovatelé energetických zařízení tak raději přispívají ke zvyšování počtu procent elektrické energie vyrobené z obnovitelných zdrojů, než aby riskovali spalování TAP a možný zvýšený odpor veřejnosti a zprísnění emisních limitů.

Pokud bude v ČR v budoucnu, podobně jako v např. v Německu, zakázáno skládkování neupraveného KO, bylo by politicky neprosaditelné postavit takové množství spaloven odpadů, aby byly schopny spalovat veškerý KO. Poté by bylo využívání zařízení MBÚ nejvýhodnější.

Výhoda MBÚ je že náklady na jeho výstavbu včetně úpravy existujícího spalovacího zařízení pro spoluspalování TAP je levnější než stavba spalovny.

Technologie MBÚ může fungovat pouze v komplexu dalších navazujících technologií, jako jsou energetika a skládky, nejhorší možný scénář je výstavba zařízení MBÚ bez zajištění využití výstupních složek. Potom se z celého systému stává spíše ekologická zátěž a odporuje svému původnímu záměru.

4 Návrh využití MBÚ pro vytypovanou lokalitu

4.1 Současný stav nakládání s komunálním odpadem ve městě Ostrava

Tato kapitola vychází z literatury [15, 16, 17, 18, 19, 20, 22].

Ostrava (polsky *Ostrawa*, německy *Ostrau*) je statutární město na rozhraní Slezska a Moravy na severovýchodě České republiky poblíž hranice s Polskem. Ostrava leží na soutoku Lučiny, Odry, Opavy a Ostravice. Ostrava má rozlohu 214 km², tvoří ji celkem 23 městských obvodů, ve kterých žije 314 467 obyvatel, je tak třetím největším městem České republiky. Ostrava je sídlo krajského úřadu Moravskoslezského kraje i okresu Ostrava-město, okres je městského charakteru a je průmyslovým, kulturním a administrativním centrem severní Moravy a Slezska. Území je charakteristické vysokou koncentrací průmyslu a hustou zástavbou. Nejvýznamnější je především průmysl těžkého strojírenství, hutní průmyslu, chemický průmysl a potravinářský průmysl. Vzhledem k vysoké koncentraci těžkého průmyslu má město dlouhodobě značně znečištěné životní prostředí, zvláště ovzduší.

Při nakládání s odpady je působnost města Ostravy řízena zákonem č. 128/2000 Sb., o obcích v platném znění a zákona č. 185/2001 Sb.

Na území statutárního města Ostrava zajišťuje komplexní činnosti s nakládáním s odpady společnost OZO Ostrava s.r.o., která vznikla z bývalé rozpočtové organizace TAZSMO Ostrava, jejíž historie sahá až do roku 1949. Po roce 1990 byla rozpočtová organizace pro nakládání s domovním odpadem transformována na organizaci příspěvkovou a posléze k 30. 6. 1995 na společnost s ručením omezeným. Zkratka OZO v názvu společnosti znamená odvoz a zpracování odpadů.

Základem činnosti společnosti OZO Ostrava s.r.o. je poskytování komplexních služeb v oblasti nakládání s odpady, tedy především:

- sběr, svoz, třídění, využívání a odstraňování komunálních odpadů z měst a obcí
- sběr, svoz, třídění, využívání a odstraňování průmyslových, nebezpečných a živnostenských odpadů
- výroba náhradního paliva pro cementárny z odpadů
- výroba regranulátu z PE plastů
- třídění a lisování PET lahví
- jímání bioplynu a výroba elektřiny (bioplyn odčerpaný ze skládky a jeho využívání k výrobě elektřiny)
- ekologická výchova

Komunální odpady města

Při zahrnutí všech producentů komunálních odpadů a jim podobných odpadů, činí produkce na území města Ostravy cca 125–135 tis. tun ročně. Z toho je přibližně 56 % odpadu z domácností (komunální odpad města) a zbývající podíl odpadů připadá na živnostníky a odpad z technické vybavenosti města, tj. z divadel, kin, obchodů apod. (odpad podobný odpadu komunálnímu) což je přibližně 44 %.

Komunální odpady města pochází z produkce domácností (je to veškerý odpad vznikající na území města či obce při činnosti obyvatel). Jedná se hlavně o:

- obalové materiály
- organické odpady
- nebezpečné odpady
- stavební odpady
- objemné odpady

V tabulce 4.1 je vidět že roční produkce KO, tj. odpadů domácností, má vzestupnou tendenci, například roce v 2009 o 2,3 % oproti roku 2008. Občany okresu Ostrava-město bylo v roce 2009 vyprodukováno přibližně 86 tis. tun komunálních odpadů. To je v přepočtu na jednoho obyvatele Ostravy 276 kg komunálního odpadu za rok. Z toho cca. 71 % tvoří SKO, což je přibližně 61 tis. tun. Okres Ostrava-město se na celkové tvorbě odpadů vznikajících v Moravskoslezském kraji podílí přibližně 22 %. Například v roce 2006 tak průměrně jeden obyvatele Moravskoslezského kraje vyprodukoval přibližně 280 kg komunálního odpadu.

*Tab. 4.1 Přehled produkce hlavních druhů odpadů města Ostravy
v letech 2005-2009 (v tunách). [22]*

Druh komunálního odpadu	2005	2006	2007	2008	2009
Směsný komunální odpad	58225	63943	61108	60977	60702
Sklo	1137	1424	1711	2024	2204
Plast	1228	1644	2072	2353	2819
Papír	5202	5154	5511	4887	4107
Kovy	195	68	193	330	178
Objemný odpad	6087	6331	6470	8531	8722
Nebezpečné odpady	761	175	113	129	120
Odpad ze zeleně	528	882	1127	2377	3556
Stavební odpad občanů	197	93	1047	936	1367
Jiné	62	1040	1119	1517	2166
Celkem	73622	80754	80471	84061	85941
Využitelný odpad	15333	15731	18201	21767	23952
Využití v %	20,8	19,5	22,6	25,9	27,9

Průměrná skladba domovního odpadu v ČR (% hmotnosti). Stejné složení se předpokládá i pro město Ostrava:

- 22 % papír
- 18 % bioodpad
- 13 % plasty
- 9 % sklo
- 3 % nebezpečný odpad
- 35 % zbytek

Občané mají možnost komunální odpad třídit podle složek a odevzdávat je do míst k tomu určených vyhláškou města. Bezplatně (v rámci poplatku za odpad) do těchto typů kontejnerů a sběrů:

- popelnice a kontejnery na tříděný odpad
 - kontejnery na plasty a nápojové kartony
 - kontejnery na sklo
 - kontejnery na papír
- sběrné dvory
- semimobilní sběry (dočasné sběry nebezpečného a objemného odpadu)
- odvoz objemného odpadu z domácností (pouze Ostrava)
- velkoobjemové kontejnery (slouží k odkládání objemného odpadu z domácností (nábytek, koberce, apod.))

Objem vytríděných odpadů každým rokem roste a v roce 2009 se využilo přibližně 23 % z celkové produkce komunálních odpadů.

Přesto největší část z KO zaujímá směsný komunální odpad, který je ukládán do popelnic a kontejnerů na směsný odpad:

- nádoby označené žlutými štítky – pro občany
- nádoby označené bílými štítky – pro podnikatelské subjekty

Směsný komunální odpad je ukládán na skládku v k. ú. Hrušov. Ta vznikla v místě bývalého odvalu důlních hlušín a ukládání odpadů, které se v té době označovaly jako tuhý komunální odpad, na ní bylo zahájeno přibližně před 26 lety.

Protože původní plánovaná kapacita skládky tuhého KO v Ostravě-Hrušově se blížila naplnění své původní kapacity a nebyla za ni náhrada. Provedla proto společnost OZO Ostrava s. r. o. v letech 2005–2007 řadu opatření, jejichž cílem je prodloužit životnost skládky tuhého KO v Ostravě-Hrušově.

V rámci opatření nejsou na skládce ukládány objemné odpady občanů města a průmyslové a živnostenské odpady z Ostravy se ukládají na skládky, mimo území města dále se maximalizovalo využití prostoru skládky, tím bylo dosaženo prodloužení životnosti skládky, která by měla sloužit do roku 2014 při současném sníženém návozu odpadů. V současnosti se na tuto skládku denně naveze 185 tun odpadů.

Plán odpadového hospodářství města počítá s výstavbou skládky tuhých komunálních odpadů. Byly navrženy 3 varianty řešení nakládání s odpadem na území SMO, kterými byly:

- vybudování skládky TKO v prostorách odvalu Heřmanice
- rozšiřování stávající skládky TKO společnosti OZO Ostrava s.r.o. v Ostravě-Hrušově
- nalezení jiné vhodné lokality na území města Ostravy pro skládku TKO

Ostrava se rozhodla, že bude rozšiřovat městskou skládku společnosti OZO, koupí od společnosti RPG pozemky v Hrušově u nynější skládky, aby mohla rozšířit městskou skládku. OZO tak může rozšířit skládku a navýšit její kapacitu na dalších pět let.

V rámci řešení v oblasti nakládání s komunálním odpadem byl vytvořen projekt pro realizaci Krajského integrovaného centra nakládání s odpady pro termické využití odpadů. Tento záměr byl zakomponován v POH Moravskoslezského kraje, schváleného v roce 2004 a vznikl na základě snahy o splnění cílů stanovených v POH České republiky.

Účelem tohoto projektu je vystavět na území Moravskoslezského kraje zařízení s ověřenou a nejlepší dostupnou technologií na energetické využívání komunálních odpadů o kapacitě 190 000 t/rok. V projektu je také zahrnuto vybudování pěti překládacích stanic v Moravskoslezském kraji, které by zároveň zefektivnily systém dopravy odpadů do zařízení.

Uskutečněním projektu, dojde k doplnění chybějícího článku v krajském systému nakládání s KO v kraji v souladu s POH Moravskoslezského kraje. Zařízení naváže na již vybudované a stále účinnější systémy třídění odpadů v obcích, a bude využívat zbylou směs komunálního odpadu už po vytrídění využitelných složek komunálního odpadu.

Práce na projektu započaly roku 2005, kdy na základě Plánu odpadového hospodářství kraje, 5 největších měst Moravskoslezského kraje (Frýdek-Místek, Havířov, Karviná, Opava a Ostrava) a kraj uzavřely Memorandum o vzájemné spolupráci při přípravě KIC.

Pro realizaci záměru byly posuzovány tři navrhované lokality umístění KIC:

- Karviná Dolý Barbora
- Teplárna Mariánské Hory
- OZO Ostrava Kunčice

Z nich byla vybrána lokalita v Karviné, k. ú. Karviná - Doly, lokalita Důl Barbora. Plánováno je zařízení pro energetické využívání odpadů s technologií roštového spalování, bez kombinace se zařízením na mechanicko-biologickou úpravu odpadů, s celoroční dodávkou energií do odběratelských sítí. Celkové předpokládané investiční náklady projektu jsou odhadnuty na 5 miliard Kč s cílem kolaudace a uvedení zařízení do trvalého provozu v roce 2015.

4.2 Návrh ekonomického modelu provozu zařízení MBÚ

Tato kapitola vychází z literatury [21].

Cílem této části práce je stanovit orientačně náklady na provoz zařízení MBÚ v podmínkách České republiky resp. Ostravy a vyhodnotit ekonomický efekt takového zařízení v kontextu stávajících způsobů odstraňování nebo energetického využívání SKO.

Modelové zařízení počítá s plným pokrytím potřeb města Ostravy a zároveň se zapojením přilehlých obcí proto uvažují s kapacitou 100 000 tun odpadů ročně.

Jako podklad pro stanovení nákladů provozu metody MBÚ v podmínkách ČR je brán ekonomický model uvedený v literatuře [21], který využívá údaje o zahraničních zařízeních. Tyto údaje umožňují poměrně podrobný rozklad nákladů na provoz zařízení MBÚ a následné vyjádření těchto nákladů v cenových podmínkách ČR.

Z důvodu, že údaje z provozu ostatních způsobů nakládání s SKO, kterými jsou skládkování a spalování ve spalovnách SKO, nejsou k dispozici v položkách srovnatelných s podklady pro MBÚ, nebo je nelze jednoznačně vyjádřit. Jako srovnávací hodnota byla proto stanovena cena odpadu na vstupu do jednotlivých typů zařízení. Výstupem ekonomického modelu je proto náklad převedený na tunu vstupujícího odpadu, který toto srovnání umožňuje.

Tento ekonomický model je potřeba brát jako hrubé přiblížení možného provozu, které je zatíženo modelovými předpoklady, nejistotami a zjednodušeními. Tuto zátěž je nutné zohlednit při úvahách založených na tomto modelu. Dále je se musí zohlednit, že zařízení mechanicko-biologické úpravy je zařízení pro úpravu odpadu a pro usměrnění materiálových toků. A není zařízením pro konečné využití nebo odstranění odpadu ve smyslu zákona o odpadech. Jedná se tedy o zařízení, které nezbytně vyžaduje spolupráci úložiště odpadu a energetického zařízení tak, jak je nastaveno tímto modelem.

Výchozí předpoklady a zjednodušení

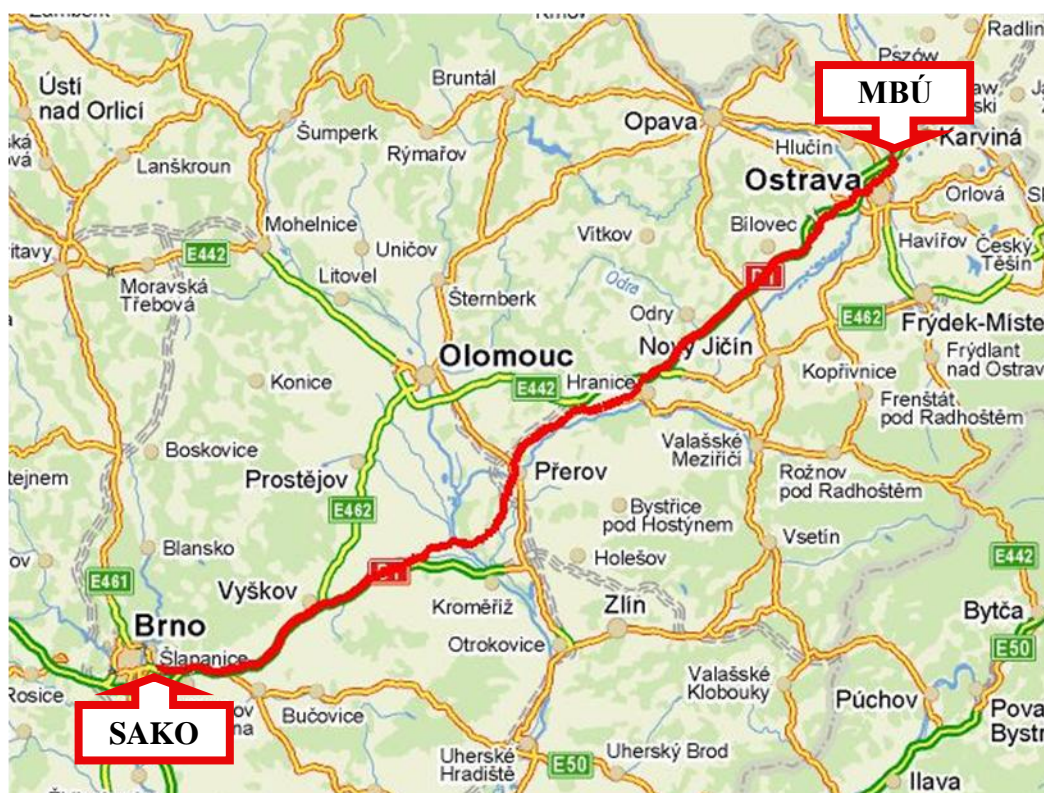
Základní podklady pro stanovení nákladu MBÚ jsou získány z literatury [21] a jsou to:

- Údaje o provozu zařízení MBÚ Croeber, Německo, jedná se o zařízení provozované v rámci skupiny SUEZ.
- Cena za skládkování odpadů kategorie „O“ na skládce OZO 1 050 Kč za tunu.
- Ceny za spalování SKO v zařízení SAKO 900 Kč za tunu.
- Ceny za ostatní vstupy (energie, paliva, vody, mzdy, analýzy ...) jsem stanovil na základě dostupných ceníků.
- Průměrná materiálová a zrnitostní skladba SKO tak, jak byla stanovena provozními zkouškami v literatuře [21].

Základní modelové předpoklady a zjednodušení pro stanovení nákladu MBÚ jsou:

- Modelové zařízení s kapacitou 100 000 tun odpadů ročně.
- Modelové zařízení využívá v zahraničí nejrozšířenější metody MBÚ – dělení vstupujícího SKO na sítě s následným zpracováním nadsítné frakce na palivo a s následnou stabilizací podsítné frakce aerobní fermentací.
- Údaje o materiálové a zrnitostní skladbě SKO českého typu jsou získány z literatury [21]. Je zvolena světlost ok, která odpovídá na výstupu vyššímu výtěžku spalitelné frakce, která má celkově nižší kalorické hodnoty pro energetické využití a zároveň odpovídá nižšímu zůstatku podsítné frakce určené ke stabilizaci a následnému uložení na skládku.
- Celková investice, která zahrnuje stavbu, technologii a projektovou přípravu se bude blížit výši investice referenčních zařízení v zahraničí. Předpokládám, že převážný objem investice do projektové přípravy a technologie bude dovezen ze země, kde je obdobné zařízení provozováno. Investice ve výši 700 000 000 Kč odpovídá odhadu z literatury [21] která je odhadnuta z investičních nákladů výstavby zařízení v zahraničí. Je to zhruba třetina investice zařízení Croeber s trojnásobnou kapacitou (s rostoucí kapacitou se snižuje investice na jednotku kapacity) a zároveň představuje zhruba 90 % investice Linkenbach o kapacitě 90 % kapacity uvažované v tomto modelu.
- Zařízení vyžaduje spolupráci se skládkou a energetickým zdrojem (zdroji). Spolupracující zařízení jsou v modelu uvažovány jako dostupná. Počítám

s umístěním zařízení MBÚ v areálu skládky odpadu společnosti OZO Ostrava s.r.o. v Ostravě-Hrušově. Přímo na tuto skládku bude po stabilizaci ukládána nízkokalorická frakce, nebude ji tak potřeba nikam dále převážet. Jako spolupracující spalovací zařízení jsem vybral spalovnu odpadů společnosti Spalovna a komunální odpady Brno a.s. (SAKO) v Brně-Židenicích. Protože jiné zařízení schopné spalovat TAP není blíže dostupné. Vysoce kalorickou frakci tak bude potřeba převážet 170 km z Ostravy do Brna. Trasu, po které je potřeba převážet kalorickou frakci jakož i umístění obou zařízení je vidět na obrázku 4.1.



Obr. 4.1 Umístění zařízení MBÚ a trasa ke spalovacímu zařízení SAKO. [23]

- Náklady na běžnou údržbu stavby a technologických součástí jsou stanoveny procentem investice (2 % v případě stavby, 5 % v případě technologické výbavy)
- Do nákladu není zahrnut náklad na nákup a provoz svozové techniky.
- Modelový náklad nezahrnuje přiměřený zisk provozovatele zařízení, jedná se tedy o minimální možnou cenu za zpracování MBÚ při daných předpokladech.
- Neuvažuji možnost dotace investice z veřejných zdrojů nebo dotace nákladů na odstranění výstupů administrativním zásahem. Jedná se o zkreslující faktor, rozkládající reálný náklad provozu do jiných ekonomických sektorů nebo jiných regionů.

- Výsledné částky jsou zaokrouhleny na celé koruny.
- Investice je financována úvěrem.

4.2.1 Stanovení nákladu provozu MBÚ

Celkový provozní náklad metody MBÚ sestává ze čtyř základních složek:

$$\dot{n}_{\text{MBÚ}} = \dot{n}_{\text{Provoz}} + \dot{n}_{\text{Skládka}} + \dot{n}_{\text{Pálení}} - \dot{v}_{\text{Kovy}} \quad [\text{Kč/t}] \quad (1)$$

Pro potřebu dalších výpočtů uvažuji s výstavbou zařízení o kapacitě 100 000 tun odpadů ročně, jehož pořizovací cena je dle referenčních zařízení v zahraničí odhadnuta na 700 000 000 Kč.

VÝPOČET PROVOZNÍCH NÁKLADŮ

Náklad na provoz vlastního zařízení pro mechanicko-biologickou úpravu bude sestávat z následujících položek:

$$\dot{n}_{\text{Provoz}} = \sum_{i=1}^{10} \dot{n}_i \quad [\text{Kč/t}] \quad (2)$$

$$\dot{n}_{\text{Provoz}} = \dot{n}_1 + \dot{n}_2 + \dot{n}_3 + \dot{n}_4 + \dot{n}_5 + \dot{n}_6 + \dot{n}_7 + \dot{n}_8 + \dot{n}_9 + \dot{n}_{10}$$

1. Investiční náklad

V investičních nákladech není zahrnuta částka nutná na nákup pozemku (jedná se o neodepisovatelnou investici), z tohoto důvodu uvažuji cenu pozemku jako náklad na pronájem v bodě 2 tohoto rozkladu.

Investiční náklad na stavbu a technologické vybavení uvažuji jako náklad vlastní investice včetně úrokové zátěže. Pro účely výpočtu uvažuji s půjčkou v plném rozsahu investice se splatností 10 let při úrokové zátěži 4 % p.a.:

$$I = C + 0,04 \cdot \sum_{i=1}^{10} \left(C - \left(\frac{10-i}{10} \cdot C \right) \right) \quad [\text{Kč}] \quad (3)$$

$$I = C + 0,04 \cdot (5,5 \cdot C)$$

$$I = C + 0,22 \cdot C$$

$$I = 1,22 \cdot C$$

$$I = 1,22 \cdot 700\,000\,000$$

$$I = 854\,000\,000 \text{ [Kč]}$$

Uvažovanou úvěrovou zátěží tak dojde k navýšení ceny investice o 22 %.

Pro stanovení odpisu investice je nutné oddělit stavební a technologickou část. Cena na stavbu včetně projektové a inženýrské činnosti činí dle literatury [21] zhruba 55 % celkové ceny a 45 % celkové ceny pak připadá na nákup technologie. Doba odpisu stavební části činí 40 let, doba odpisu technologické části pak 8 let. Pro potřebu provozu rovněž uvažují s nákupem manipulační techniky za 3 000 000 Kč s dobou odpisu 6 let.

Roční náklad na investice pak činí:

$$N_1 = \frac{c_{\text{stavba}} \cdot I_z \cdot c_{\text{pořizovací}}}{\tau_{\text{stavba}}} + \frac{c_{\text{technologie}} \cdot I_z \cdot c_{\text{pořizovací}}}{\tau_{\text{tech}}} + \frac{c_{\text{mantech}}}{\tau_{\text{mantech}}} \quad [\text{Kč}] \quad (4)$$

$$N_1 = \frac{0,55 \cdot 1,22 \cdot 700\,000\,000}{40} + \frac{0,45 \cdot 1,22 \cdot 700\,000\,000}{8} + \frac{3\,000\,000}{6}$$

$$N_1 = 60\,280\,000 \text{ [Kč]}$$

Investiční část se pak projeví v nákladu za zpracování odpadu částkou:

$$\dot{n}_1 = \frac{N_1}{Q} \quad [\text{Kč/t}] \quad (5)$$

$$\dot{n}_1 = \frac{60\,280\,000}{100\,000}$$

$$\dot{n}_1 = 603 \text{ [Kč/t]}$$

2. Náklad na pozemek

Předpokládám nájem pozemku o rozloze 2,5 ha, cenu za nájem pozemku uvažují částkou 100 Kč za m² a rok.

Roční náklad na pronájem pozemku:

$$N_2 = S \cdot \dot{c}_{\text{nájem}} \quad [\text{Kč}] \quad (6)$$

$$N_2 = 25\,000 \cdot 100$$

$$N_2 = 2\,500\,000 \text{ [Kč]}$$

Nájem pozemku se projeví v nákladu za zpracování odpadu částkou:

$$\dot{n}_2 = \frac{N_2}{Q} \quad [\text{Kč/t}] \quad (7)$$

$$\dot{n}_2 = \frac{2\,500\,000}{100\,000}$$

$$\dot{n}_2 = 25 \text{ [Kč/t]}$$

3. Náklad na pojištění provozu

Dle literatury [21] bude skladba a výše roční pojistky následující:

- pojištění technologie = strojní pojištění + živelné pojištění + ostatní pojištění
= 1 050 000 + 350 000 + 50 000 = 1 450 000 [Kč]
- pojištění stavby = živelné pojištění + ostatní pojištění
= 350 000 + 50 000 = 400 000 [Kč]

Celkový roční náklad na pojištění provozu tak bude činit:

$$N_3 = p_{\text{tech}} + p_{\text{stavba}} \quad [\text{Kč}] \quad (8)$$

$$N_3 = 1\,450\,000 + 400\,000$$

$$N_3 = 1\,850\,000 \text{ [Kč]}$$

Pojistné se projeví v nákladu za zpracování odpadu částkou:

$$\dot{n}_3 = \frac{N_3}{Q} \quad [\text{Kč/t}] \quad (9)$$

$$\dot{n}_3 = \frac{1\,850\,000}{100\,000}$$

$$\dot{n}_3 = 19 \text{ [Kč/t]}$$

4. Náklad na energie

Spotřeba energie činí při kapacitě zařízení 100 000 tun odpadu ročně 2 500 000 kWh elektrické energie a 300 000 m³ zemního plynu. Při současných jednotkových cenách 2,2 Kč za kWh elektrické energie a 11 Kč za m³ plynu, pak roční náklad na nákup energií činí:

$$N_4 = A_{\text{ee}} \cdot \dot{c}_{\text{ee}} + V_{\text{zp}} \cdot \dot{c}_{\text{zp}} \quad [\text{Kč}] \quad (10)$$

$$N_4 = 2\,500\,000 \cdot 2,2 + 300\,000 \cdot 11$$

$$N_4 = 8\,800\,000 \text{ [Kč]}$$

Nákup energií se pak projeví v nákladu za zpracování odpadu částkou:

$$\dot{n}_4 = \frac{N_4}{Q} \quad [\text{Kč/t}] \quad (11)$$

$$\dot{n}_4 = \frac{8\,800\,000}{100\,000}$$

$$\dot{n}_4 = 88 \text{ [Kč/t]}$$

5. Náklad na práci lidí

Pro provoz zařízení předpokládám obsluhu v počtu 6 zaměstnanců v administrativě včetně managementu a 12 zaměstnanců v dělnických profesích. Roční mzdový náklad včetně odvodů je v průměru na 600 000 Kč na administrativní pozici a na 300 000 Kč na dělnickou profesi.

Roční mzdové náklady pak činí:

$$N_5 = z_{\text{admin}} \cdot m_{\text{admin}} + z_{\text{děl}} \cdot m_{\text{děl}} \quad [\text{Kč}] \quad (12)$$

$$N_5 = 6 \cdot 600\,000 + 12 \cdot 300\,000$$

$$N_5 = 7\,200\,000 \text{ [Kč]}$$

Mzdové náklady se pak projeví v nákladu za zpracování odpadu částkou:

$$\dot{n}_5 = \frac{N_5}{Q} \quad [\text{Kč/t}] \quad (13)$$

$$\dot{n}_5 = \frac{7\,200\,000}{100\,000}$$

$$\dot{n}_5 = 72 \text{ [Kč/t]}$$

6. Náklad na vodní hospodářství

Spotřeba pitné vody činí dle směrných čísel potřeby vody:

- 20 m³ ročně pro administrativní profese (6 zaměstnanců)
- 30 m³ ročně pro dělnické profese s předpokladem používání sprch (12 zaměstnanců)

Celková roční potřeba pitné vody pak činí:

$$V_{\text{pitná}} = z_{\text{admin}} \cdot V_{\text{admin}} + z_{\text{děl}} \cdot V_{\text{děl}} \quad [\text{m}^3] \quad (14)$$

$$V_{\text{pitná}} = 6 \cdot 20 + 12 \cdot 30$$

$$V_{\text{pitná}} = 480 \text{ [m}^3\text{]}$$

Roční produkce odpadních vod splaškových bude odpovídat potřebě pitné vody a bude činit:

$$V_{\text{splaš}} = 480 \text{ [m}^3\text{]}$$

Roční objem zachycených dešťových vod ze zastavěné plochy (uvažuji 2 500 m²) které jsou odváděny do kanalizace lze přiblížit vztahem:

$$V_{\text{sraž}} = F \cdot \psi \cdot h \quad [\text{m}^3] \quad (15)$$

$$V_{\text{sraž}} = 2\,500 \cdot 0,7 \cdot 0,7$$

$$V_{\text{sraž}} = 1\,225 \text{ [m}^3\text{]}$$

Pro potřeby výpočtu nákladů uvažuji s nákladem na pitnou vodu ve výši 30,70 Kč za m³, nákladem na odstranění splaškových vod ve výši 27,18 Kč za m³ a s nákladem na odvod srážkových vod ve výši 27,18 Kč za m³.

Roční náklad na vodní hospodářství pak činí:

$$N_6 = V_{\text{pitná}} \cdot \dot{c}_{\text{pitná}} + V_{\text{splaš}} \cdot \dot{c}_{\text{splaš}} + V_{\text{sraž}} \cdot \dot{c}_{\text{sraž}} \quad [\text{Kč}] \quad (16)$$

$$N_6 = 480 \cdot 30,70 + 480 \cdot 27,18 + 1\,225 \cdot 27,18$$

$$N_6 = 61\,078 \text{ [Kč]}$$

Vodní hospodářství se pak projeví v nákladu za zpracování odpadu částkou:

$$\dot{n}_6 = \frac{N_6}{Q} \quad [\text{Kč/t}] \quad (17)$$

$$\dot{n}_6 = \frac{61\,078}{100\,000}$$

$$\dot{n}_6 = 1 \text{ [Kč/t]}$$

7. Náklad manipulační techniky

V zařízení předpokládám provoz 2 ks asistenční manipulační techniky. Pro potřebu výpočtu nákladů uvažuji pro jeden mechanismus s provozem 1 000 hodin ročně při spotřebě 10 litrů za hodinu provozu. Aktuální cena nákupu motorové nafty činí cca 30 Kč za litr.

Roční náklad na manipulační technik:

$$N_7 = p_{\text{mantech}} \cdot \tau_{\text{provoz}} \cdot \dot{m}_{\text{spotřeba}} \cdot \dot{c}_{\text{nafta}} \quad [\text{Kč}] \quad (18)$$

$$N_7 = 2 \cdot 1\,000 \cdot 10 \cdot 30$$

$$N_7 = 600\,000 \text{ [Kč]}$$

Provoz manipulační techniky se projeví v nákladu za zpracování odpadu částkou:

$$\dot{n}_7 = \frac{N_7}{Q} \quad [\text{Kč/t}] \quad (19)$$

$$\dot{n}_7 = \frac{600\,000}{100\,000}$$

$$\dot{n}_7 = 6 \quad [\text{Kč/t}]$$

8. Náklad údržby

Náklad údržby je zjednodušen procentem pořizovací ceny. Pro údržbu stavby předpokládám náklad ve výši 2 % investice bez úvěrové zátěže. Pro údržbu technologie a manipulační techniky pak ve výši 5 % investice.

Roční náklady na údržbu zařízení pak činí:

$$N_8 = \dot{u}_{\text{stavba}} \cdot \dot{i}_{\text{stavba}} + \dot{u}_{\text{tech}} \cdot \dot{i}_{\text{tech}} + \dot{u}_{\text{mantech}} \cdot c_{\text{mantech}} \quad [\text{Kč}] \quad (20)$$

$$N_8 = 0,02 \cdot 385\,000\,000 + 0,05 \cdot 315\,000\,000 + 0,05 \cdot 3\,000\,000$$

$$N_8 = 23\,600\,000 \quad [\text{Kč}]$$

Údržba zařízení se projeví v nákladu za zpracování odpadu částkou:

$$\dot{n}_8 = \frac{N_8}{Q} \quad [\text{Kč/t}] \quad (21)$$

$$\dot{n}_8 = \frac{23\,600\,000}{100\,000}$$

$$\dot{n}_8 = 236 \quad [\text{Kč/t}]$$

9. Náklad odplynu

Část nákladů na odvedení a čištění vzdušiny z uzavřených prostor zařízení MBÚ je zahrnuta v nákladu za spotřebu zemního plynu (položka N_4). Zbývající část nákladu včetně nákladu monitoringu je dle literatury odhadnuta z provozu referenčních zařízení roční částkou:

$$N_9 = 4\,200\,000 \quad [\text{Kč}]$$

Náklad odplynu se pak projeví v nákladu za zpracování odpadu částkou:

$$\dot{n}_9 = \frac{N_9}{Q} \quad [\text{Kč/t}] \quad (22)$$

$$\dot{n}_9 = \frac{4\,200\,000}{100\,000}$$

$$\dot{n}_9 = 42 \quad [\text{Kč/t}]$$

10. Náklad analýz

Pro stanovení ročního nákladu analýz uvažuji následující vztah:

$$N_{10} = \frac{c_{as} \cdot V_s}{s_s} + \frac{c_{ap} \cdot V_p}{s_p} \quad [\text{Kč}] \quad (23)$$

Objem stabilizátu lze přiblížit vztahem:

$$V_s = 0,01 \cdot p_{PF} \cdot 0,01 \cdot (100 - z_{PF}) \cdot Q \quad [\text{t}] \quad (24)$$

Průměrný obsah podsítné frakce při třídění na sítu 60 mm je stanoven ve výši zhruba 40 %. A po fermentace činí ztráta hmotnosti max. 25 % hmotnosti návozu.

Objem energeticky využitelného výstupu (TAP) z MBÚ lze odhadnout vztahem:

$$V_p = 0,01 \cdot p_{SF} \cdot 0,01 \cdot (100 - z_{SF}) \cdot Q \quad [\text{t}] \quad (25)$$

Využitelný obsah spalitelné nadsítné frakce při třídění na sítu 60 mm je stanoven ve výši zhruba 50 %. Ztrátu hmotnosti během úpravy předpokládám ve výši max. 5 % hmotnosti návozu.

Objem analyzované šarže v obou případech uvažuji 500 tun, ceny předpokládám ve výši 5 000 Kč za analýzu stabilizátu a 10 000 Kč za analýzu upraveného odpadu určeného ke spálení.

Roční náklad na analýzy pak činí (výpočet dosazením do rovnice 23 z rovnic 24 a 25):

$$N_{10} = \frac{c_{as} \cdot 0,01 \cdot p_{PF} \cdot 0,01 \cdot (100 - z_{PF}) \cdot Q}{s_s} + \frac{c_{ap} \cdot 0,01 \cdot p_{SF} \cdot 0,01 \cdot (100 - z_{SF}) \cdot Q}{s_p}$$
$$N_{10} = \frac{5\,000 \cdot 0,01 \cdot 40 \cdot 0,01 \cdot (100 - 25) \cdot 100\,000}{500} +$$
$$+ \frac{10\,000 \cdot 0,01 \cdot 50 \cdot 0,01 \cdot (100 - 5) \cdot 100\,000}{500}$$

$$N_{10} = 1\,250\,000 \quad [\text{Kč}]$$

Analýzy se projeví v nákladu za zpracování odpadu částkou:

$$\dot{n}_{10} = \frac{N_{10}}{Q} \quad [\text{Kč/t}] \quad (26)$$

$$\dot{n}_{10} = \frac{1\,250\,000}{100\,000}$$

$$\dot{n}_{10} = 13 \quad [\text{Kč/t}]$$

Souhrn za provoz:

Celkový provozní náklad vlastního provozu zařízení získáme dosazením do rovnice 2 a bude činit:

$$\dot{n}_{\text{Provoz}} = \dot{n}_1 + \dot{n}_2 + \dot{n}_3 + \dot{n}_4 + \dot{n}_5 + \dot{n}_6 + \dot{n}_7 + \dot{n}_8 + \dot{n}_9 + \dot{n}_{10}$$

$$\dot{n}_{\text{Provoz}} = 603 + 25 + 19 + 88 + 72 + 1 + 6 + 236 + 42 + 13$$

$$\dot{n}_{\text{Provoz}} = 1105 \text{ [Kč/t]}$$

VÝPOČET NÁKLADŮ NA SKLÁDKOVÁNÍ

Náklad na uložení výstupů z MBÚ na skládku zahrnují:

$$\dot{n}_{\text{Skládka}} = \sum_{i=1}^3 \dot{n}_{Si} \quad [\text{Kč/t}] \quad (27)$$

$$\dot{n}_{\text{Skládka}} = \dot{n}_{S1} + \dot{n}_{S2} + \dot{n}_{S3}$$

Podíl surové podsítné frakce při dělení na sítu 60 mm je v průměru 40 % návozu SKO. Aerobní fermentaci dochází ke ztrátě max. 25 % hmotnosti návozu na biologický stupeň. Podíl nevyužitelné frakce pak činí v průměru cca 5 %.

Roční objem stabilizované podsítné frakce na výstupu z MBÚ lze přiblížit rovnicí 24:

$$V_s = 0,01 \cdot p_{PF} \cdot 0,01 \cdot (100 - z_{PF}) \cdot Q$$

$$V_s = 0,01 \cdot 40 \cdot 0,01 \cdot (100 - 25) \cdot 100\,000$$

$$V_s = 30\,000 \text{ [t/rok]}$$

Obdobným způsobem lze přiblížit roční objem nevyužitelného zbytku na výstupu z MBÚ (ztrátu v úpravě v tomto případě neuvažují):

$$V_z = 0,01 \cdot p_{ZF} \cdot Q \quad [\text{t/rok}] \quad (28)$$

$$V_z = 0,01 \cdot 5 \cdot 100\,000$$

$$V_z = 5\,000 \text{ [t/rok]}$$

Náklad na uložení výstupů z MBÚ na skládku pak bude činit dle položek:

1. Náklad na skládkování stabilizátu

Ve výpočtu nákladu na uložení stabilizátu uvažují aktuální cenu za skládkování odpadu kat. „O“, která se pohybuje na úrovni 1 050 Kč za tunu uloženého odpadu.

Roční náklad na skládkování stabilizátu pak činí:

$$N_{S1} = V_s \cdot \dot{c}_{skl} \quad [\text{Kč}] \quad (29)$$

$$N_{S1} = 30\,000 \cdot 1\,050$$

$$N_{S1} = 31\,500\,000 \text{ [Kč]}$$

Náklad na skládkování stabilizátu se pak projeví v nákladu za zpracování odpadu částkou:

$$\dot{n}_{S1} = \frac{N_{S1}}{Q} \quad [\text{Kč/t}] \quad (30)$$

$$\dot{n}_{S1} = \frac{31\,500\,000}{100\,000}$$

$$\dot{n}_{S1} = 315 \text{ [Kč/t]}$$

2. Náklad na skládkování nevyužitelného zbytku

Ve výpočtu uvažuji se stejnou cenou skládkování jako v případě položky 1.

Roční náklad na skládkování nevyužitelného zbytku pak činí:

$$N_{S2} = V_z \cdot \dot{c}_{skl} \quad [\text{Kč}] \quad (31)$$

$$N_{S2} = 5\,000 \cdot 1\,050$$

$$N_{S2} = 5\,250\,000 \text{ [Kč]}$$

Náklad na skládkování nevyužitelného zbytku se pak projeví v nákladu za zpracování odpadu částkou:

$$\dot{n}_{S2} = \frac{N_{S2}}{Q} \quad [\text{Kč/t}] \quad (32)$$

$$\dot{n}_{S2} = \frac{5\,250\,000}{100\,000}$$

$$\dot{n}_{S2} = 53 \text{ [Kč/t]}$$

3. Náklad dopravy na skládku

Protože je zařízení MBÚ v areálu skládky, zanedbávám náklady na dopravu stabilizátu a nevyužitelného zbytku. Příklad výpočtu je uveden pro případ modelových posunů.

Při uvažované vzdálenosti skládky l_s , maximální kapacitě soupravy 25 tun a aktuální sazbě za soupravu 23 Kč za km by roční náklad na dopravu na skládku činil:

$$N_{S3} = \frac{2 \cdot l_s \cdot \dot{s}_d \cdot (V_s + V_z)}{k_d} \quad [\text{Kč}] \quad (33)$$

$$N_{S3} = \frac{2 \cdot 0 \cdot 23 \cdot (30\,000 + 5\,000)}{25}$$

$$N_{S3} = 0 \quad [\text{Kč}]$$

Náklad na dopravu pro skládku se pak projeví v nákladu za zpracování odpadu částkou:

$$\dot{n}_{S3} = \frac{N_{S3}}{Q} \quad [\text{Kč/t}] \quad (34)$$

$$\dot{n}_{S3} = \frac{0}{100\,000}$$

$$\dot{n}_{S3} = 0 \quad [\text{Kč/t}]$$

Souhrn za skládku:

Celkový náklad na skládkování části výstupů z MBÚ získáme dosazením do rovnice 27 a bude činit:

$$\dot{n}_{\text{Skládka}} = \sum_{i=1}^3 \dot{n}_{Si}$$

$$\dot{n}_{\text{Skládka}} = \dot{n}_{S1} + \dot{n}_{S2} + \dot{n}_{S3}$$

$$\dot{n}_{\text{Skládka}} = 315 + 53 + 0$$

$$\dot{n}_{\text{Skládka}} = 368 \quad [\text{Kč/t}]$$

VÝPOČET NÁKLADŮ NA SPALOVÁNÍ

Náklad na spalování spalitelných výstupů z MBÚ zahrnuje:

$$\dot{n}_{\text{Pálení}} = \sum_{i=1}^2 \dot{n}_{Pi} \quad [\text{Kč/t}] \quad (35)$$

$$\dot{n}_{\text{Pálení}} = \dot{n}_{P1} + \dot{n}_{P2}$$

Podíl části nadsítné frakce využitelné jako palivo při dělení na sítu 60 mm je v průměru 50 % návozu SKO. Dále předpokládám během úpravy ztrátu vlhkosti ve výši 5 % hmotnosti návozu.

Roční objem spalitelné části nadsítné frakce na výstupu z MBÚ lze získat dosazením do rovnice 25 a bude činit:

$$V_p = 0,01 \cdot p_{SF} \cdot 0,01 \cdot (100 - z_{SF}) \cdot Q$$

$$V_p = 0,01 \cdot 50 \cdot 0,01 \cdot (100 - 5) \cdot 100\,000$$

$$V_p = 47\,500 \text{ [t/rok]}$$

Náklad na spalování této části výstupů z MBÚ bude činit dle položek:

1. Náklad na spalování

Ve výpočtu nákladu na spalování energeticky využitelného výstupu z MBÚ uvažují aktuální cenu za spalování SKO v zařízení SAKO Brno, která se pohybuje na úrovni 900 Kč za tunu odpadu.

Roční náklad na spalování:

$$N_{P1} = V_p \cdot \dot{c}_{\text{spal}} \quad [\text{Kč}] \quad (36)$$

$$N_{P1} = 47\,500 \cdot 900$$

$$N_{P1} = 42\,750\,000 \text{ [Kč]}$$

Náklad na spalování se pak projeví v nákladu za zpracování odpadu částkou:

$$\dot{n}_{P1} = \frac{N_{P1}}{Q} \quad [\text{Kč/t}] \quad (37)$$

$$\dot{n}_{P1} = \frac{42\,750\,000}{100\,000}$$

$$\dot{n}_{P1} = 428 \text{ [Kč/t]}$$

2. Náklad dopravy ke spálení

V případě dopravy ke spálení uvažují jako spolupracující zařízení spalovnu SAKO v Brně, která je od navrhovaného umístění MBÚ vzdálena 170 km.

Roční náklad na dopravu ke spálení pak lze stanovit vztahem:

$$N_{P2} = \frac{2 \cdot l_e \cdot \dot{s}_d \cdot V_p}{k_d} \quad [\text{Kč}] \quad (38)$$

Při uvažované vzdálenosti spalovací jednotky 170 km, maximální kapacitě soupravy 16 tun lehké složky a aktuální sazbě 23 Kč za km za soupravu pak roční náklad na dopravu získáme dosazením do rovnice 38:

$$N_{P2} = \frac{2 \cdot 170 \cdot 23 \cdot 47\,500}{16}$$

$$N_{P2} = 23\,215\,625 \text{ [Kč]}$$

Náklad na dopravu pro spalování se pak projeví v nákladu za zpracování odpadu částkou:

$$\dot{n}_{P2} = \frac{N_{P2}}{Q} \quad [\text{Kč/t}] \quad (39)$$

$$\dot{n}_{P2} = \frac{23\,215\,625}{100\,000}$$

$$\dot{n}_{P2} = 232 \text{ [Kč/t]}$$

Souhrn za pálení:

Celkový náklad na spalování části výstupů z MBÚ získáme dosazením do rovnice 35 a bude činit:

$$\dot{n}_{\text{pálení}} = \sum_{i=1}^2 \dot{n}_{Pi}$$

$$\dot{n}_{\text{pálení}} = \dot{n}_{P1} + \dot{n}_{P2}$$

$$\dot{n}_{\text{pálení}} = 428 + 232$$

$$\dot{n}_{\text{pálení}} = 660 \text{ [Kč/t]}$$

VÝPOČET VÝNOSU Z PRODEJE KOVŮ

Výnos z prodeje kovů na výstupu z MBÚ zahrnuje:

$$\dot{V}_{\text{Kovy}} = \dot{V}_{K1} - \dot{n}_{K1} \quad [\text{Kč/t}] \quad (40)$$

Podíl kovů v odpadu na vstupu je v průměru zhruba 5 % návozu SKO.

Objem kovů na výstupu z MBÚ tak bude činit:

$$V_k = 0,01 \cdot p_K \cdot Q \quad [\text{t}] \quad (41)$$

$$V_k = 0,01 \cdot 5 \cdot 100\,000$$

$$V_k = 5\,000 \text{ [t]}$$

Výnos z prodeje kovů bude činit dle položek:

1. Výnos z prodeje kovů

Ve výpočtu výnosu z prodeje kovů uvažují aktuální cenu za železné kovy, která se pohybuje na úrovni 2 000 Kč za tunu.

Roční výnos z prodeje kovů:

$$V_{K1} = V_k \cdot \dot{c}_{kov} \quad [\text{Kč}] \quad (42)$$

$$V_{K1} = 5\,000 \cdot 2\,000$$

$$V_{K1} = 10\,000\,000 \quad [\text{Kč}]$$

Výnos z prodeje kovů se pak projeví v nákladu za zpracování odpadu částkou:

$$\dot{v}_{K1} = \frac{V_{K1}}{Q} \quad [\text{Kč/t}] \quad (43)$$

$$\dot{v}_{K1} = \frac{10\,000\,000}{100\,000}$$

$$\dot{v}_{K1} = 100 \quad [\text{Kč/t}]$$

2. Náklad dopravy kovů

V případě dopravy uvažují vzdálenost spolupracujícího zařízení pro zpracování železa 20 km od zařízení MBÚ.

Při uvažované vzdálenosti zařízení 20 km, maximální kapacity soupravy 25 tun a aktuální sazbě za soupravu 23 Kč za km pak roční náklad na dopravu pro energetiku bude činit:

$$N_{K1} = \frac{2 \cdot l_k \cdot \dot{s}_d \cdot V_k}{k_d} \quad [\text{Kč}] \quad (44)$$

$$N_{K1} = \frac{2 \cdot 20 \cdot 23 \cdot 5\,000}{25}$$

$$N_{K1} = 184\,000 \quad [\text{Kč}]$$

Náklad na dopravu kovů se pak projeví v nákladu za zpracování odpadu částkou:

$$\dot{n}_{K1} = \frac{N_{K1}}{Q} \quad [\text{Kč/t}] \quad (45)$$

$$\dot{n}_{K1} = \frac{184\,000}{100\,000}$$

$$\dot{n}_{K1} = 2 \quad [\text{Kč/t}]$$

Souhrn za kovy:

Celkový výnos z prodeje kovů na výstupu z MBÚ získáme dosazením do rovnice 40 a bude činit:

$$\dot{v}_{\text{Kovy}} = \dot{v}_{\text{K1}} - \dot{n}_{\text{K1}}$$

$$\dot{v}_{\text{Kovy}} = 100 - 2$$

$$\dot{v}_{\text{Kovy}} = 98 \text{ [Kč/t]}$$

CELKOVÝ PROVOZNÍ NÁKLAD METODY MBÚ:

Celkový náklad MBÚ získáme dosazením do rovnice 1 a bude činit:

$$\dot{n}_{\text{MBÚ}} = \dot{n}_{\text{Provoz}} + \dot{n}_{\text{Skládka}} + \dot{n}_{\text{Pálení}} - \dot{v}_{\text{Kovy}}$$

$$\dot{n}_{\text{MBÚ}} = 1105 + 368 + 660 - \dot{v}_{\text{Kovy}}$$

$$\dot{n}_{\text{MBÚ}} = 2133 - 98$$

$$\dot{n}_{\text{MBÚ}} = 2035 \text{ [Kč/t]}$$

Uvedený náklad nezahrnuje náklad na svoz odpadů a náklad na průměrný zisk provozovatele zařízení.

Relativní náklady na provoz a odstranění výstupů z úpravy (bez započítání výnosu z prodeje kovů) činí:

$$\text{náklad na výstavbu a provoz zařízení:} \quad \dot{n}_{\text{Provoz}} \cong 52 \% \dot{n}_{\text{MBÚ}}$$

$$\text{náklad na skládkování výstupů:} \quad \dot{n}_{\text{Skládka}} \cong 17 \% \dot{n}_{\text{MBÚ}}$$

$$\text{náklad na spalování výstupů:} \quad \dot{n}_{\text{Pálení}} \cong 31 \% \dot{n}_{\text{MBÚ}}$$

Relativní náklad metody MBÚ v porovnání se stávajícím způsobem odstranění SKO činí:

$$\text{platba na vstupu– MBÚ/skládka:} \quad \dot{n}_{\text{MBÚ}} \cong \text{min. } 194 \% c_{\text{skl.}}$$

$$\text{platba na vstupu – MBÚ/spalovna:} \quad \dot{n}_{\text{MBÚ}} \cong \text{min. } 226 \% c_{\text{spal.}}$$

Při uvažované ceně za skládkování 1050 Kč/t, ceně spalování 900 Kč/t která platí v zařízení SAKO v Brně kde uvažují, že se zároveň spaluje výhřevná frakce z MBÚ. V případě srovnání s cenou spalování 2390 Kč/t v zařízení ZEVO v Praze-Malešicích vychází srovnání následovně:

platba na vstupu – MBÚ/spalovna: $\dot{n}_{MBÚ} \cong \min. 89 \% c_{spal.}$

4.2.2 Modelové posuny

Na základě rozkladu nákladu MBÚ dle kapitoly 4.2.1 byla sestavena výpočtová tabulka v programu Microsoft Office Excel 2007 (Příloha A), která umožňuje sledovat dopady posunu nastavitelných položek ekonomického modelu.

Efektivitu modelu metody lze dle místních podmínek zvýšit:

- změnou spolupracujícího energetického zdroje v případě vybudování KIC v Karviné:

Při uvažované ceně za spalování 1200 Kč/t v KIC. Doprava spalitelného výstupu 18 km, náklad MBÚ je pak **1 970** [Kč/t].

- změnou spolupracujícího energetického zdroje v případě nalezení zájemce o využívání TAP:

Uvažují, že by se za spalování výhřevné frakce (TAP) neplatilo a provozovatel energetického zdroje by hradil i náklady na dopravu. Doprava spalitelného výstupu 0 km, náklad MBÚ je poté **1 375** [Kč/t].

- nastavení vyšší světlosti síta – cca 80 mm – umožňuje vyšší výtěžnost podsítné frakce, vyšší kvalitu spalitelného výstupu:

Výtěžek podsítné frakce 55 %, spalitelný výstup 35 %, doprava spalitelného výstupu 170 km do SAKO Brno, náklad MBÚ je potom **1 955** [Kč/t].

Konkurenceschopnost MBÚ lze rovněž změnit ve prospěch MBÚ podle německého modelu politickým rozhodnutím s následným administrativním zásahem:

- administrativní zásah s důsledkem zvýšení nákladu na skládkování 2,5 krát:

Platba za skládku 2 625 Kč/t, náklad MBÚ **2 586** [Kč/t].

Efektivní administrativní zásah ve prospěch MBÚ, by musel být zároveň doprovázen znevýhodněním spalování surového SKO s navýšením plateb na úroveň MBÚ.

Každé zvýšení konkurenceschopnosti MBÚ administrativním zásahem znamená plošné rozložení nákladu metody na původce odpadů tedy města a obce. Stejný dopad by mělo i dotování z veřejných zdrojů.

4.3 Porovnání se současným stavem

Z výsledků ekonomického modelu vyplývá, že za určitých modelových posunů by byl záměr výstavby MBÚ realizovatelný.

V modelu nejsou zahrnuty možné dotace, které by dané výsledky mohly pozitivně ovlivnit ve prospěch zařízení MBÚ. V souvislosti s dotacemi je potřeba říci, že se jedná o zkreslující faktor, který křiví pohled na reálné náklady zařízení a pouze přenáší náklady na jiné subjekty.

V porovnání ekonomického modelu kalkulace nákladu na MBÚ se současným stavem nakládání se SKO ve Městě Ostrava se jeví metoda MBÚ jako ekonomicky mnohem náročnější. Realizace zařízení by pravděpodobně vedla k tomu, že by se například musel poplatek pro občany města téměř zdvojnásobit. Tomu by se dalo zabránit například dotacemi, ale ty stejně zatíží v konečném důsledku občany.

5 Závěr

Ve své práci jsem provedl simulaci realizace linky MBÚ SKO přímo v areálu skládky – tedy za výhodných výchozích podmínek. Dále jsem provedl kalkulaci ekonomických modelů provozu zařízení, jehož výstupem byla cena za tunu odpadu na vstupu do zařízení.

V porovnání nákladů metody MBÚ se stávajícími způsoby odstranění SKO v ČR činí cena za zpracování tuny odpadu metodou MBÚ cca 194 % ceny uložení na skládku. V případě spaloven je srovnání zkresleno nízkým poplatkem za zpracování odpadu v zařízení SAKO Brno, který se během posledního půl roku snížil téměř o polovinu a je tak téměř dvaapůlkrát menší než v zařízení ZEVO v Praze. V případě brněnského zařízení je tedy platba za MBÚ cca 226 % ceny za spálení v SAKO. Ve srovnání s pražskou spalovnou činí platba za MBÚ pouze 89 % ceny spálení v zařízení ZEVO a to i přesto, že je uvažováno, že se TAP převáží 170 km do zařízení SAKO a platí se za jeho spalování plná cena.

V porovnání ekonomického modelu kalkulace nákladu na MBÚ se současným stavem nakládání se SKO v Ostravě, kde se SKO sládkují, se jeví metoda MBÚ v současné době jako ekonomicky nevýhodná a rozhodně by vedla k vyšším nákladům na odpadové hospodářství.

Díky tomu, že jsem na základě rozkladu nákladu MBÚ sestavil výpočtovou tabulku v programu Microsoft Office Excel 2007. Vytvořil jsem několik variant dopadů změn nastavitelných položek ekonomického modelu. Z těchto variací vyplývá, že ekonomika MBÚ závisí především na odbytu výstupních produktů – v tomto případě na odbytu TAP, protože s jiným uplatněním podsítné frakce, než s uložení na skládku, se v našich podmínkách počítat nedá.

Právě v odbytu TAP vidím největší problém, brání mu především neprůhledné legislativní prostředí a protěžování spalování biomasy (obnovitelný zdroj energie). V podpoře energetického využívání odpadu bych navrhoval podobné legislativní opatření, které je v Rakousku, kde je TAP považováno za obnovitelný zdroj energie. Tak by mohly elektrárny a teplárny při spolužalování TAP pobírat bonusy za zelenou energii. Dále bych doporučoval takové opatření, které platí na Slovensku. Biologicky rozložitelná část SKO se tam považuje za biomasu, a spalovny SKO za spalování této části (až 50 %), čerpají bonusy za spalování biomasy. To má nejen velice kladný vliv na ekonomiku spalovny, ale i stát plní závazky ohledně snižování skládkování a zároveň zvyšuje podíl

vyrobené energie z obnovitelných zdrojů.

Z environmentálního hlediska je skládkování neupraveného odpadu tou nejhorší variantou, při které se plýtvá s každou tunou uloženého SKO, s cca 12 000 MJ energie. Proto by se mělo administrativně podporovat jak zařízení typu MBÚ tak i přímé energetické využívání odpadu, avšak ne na úkor předcházení tvorby odpadu a primární separace.

6 Seznam použité literatury

- [1] Plán odpadového hospodářství ČR Závazná část–2003 [online]. [cit. 2010-01-15]. Dostupné z:
<[http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/narizeni_vlady_poh/\\$FILE/Poodp-OH_CR_Zavazna_cast-2003.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/narizeni_vlady_poh/$FILE/Poodp-OH_CR_Zavazna_cast-2003.pdf)>.
- [2] KOVAŘÍKOVÁ, T. a spol.. MBÚ v zahraničí [online]. Poslední revize 7.3.2008 [cit. 2010-01-15]. Dostupné z: < <http://www.mbu.cz/cz/Projekty.php> >.
- [3] PAČESOVÁ, T. a kol., *ETC Consulting Group s.r.o.*. Každá země řeší MBÚ jinak. *Odpady*, 2008, roč. 18, č. 2, s. 9 –10. ISSN 1210-4922.
- [4] KOVAŘÍKOVÁ, T. a spol.. MBÚ v zahraničí [online]. Poslední revize 7.3.2008 [cit. 2010-01-15]. Dostupné z: <<http://www.mbu.cz/cz/Zahranici.php>>.
- [5] MROTZEK, A., JUCHELKOVÁ, D.. Nákládání s vyhřevnými odpady zkušenosti z německa. *Odpadové fórum*. 2008, roč. 9, č. 10, s. 13–14. ISSN 1212-7779.
- [6] Anhang zum Bericht zur Siedlungsabfallentsorgung 2005 [online]. Poslední revize 9.11.2006 [cit. 2010-01-15]. Dostupné z:
<http://www.umweltbundesamt.de/abfallwirtschaft/entsorgung/dokumente/anhang_siedlungsabfallentsorgung_2005.pdf >.
- [7] ZÁKLASNÍK, V. Mechanicko biologická úprava odpadů: významný příspěvek k recyklaci a materiálovému využití odpadů [online]. [cit. 2009-12-12]. Dostupné z: <<http://www.hnutiduha.cz/publikace/Mech-bio%20uprava%20odpadku.pdf>>.
- [8] Reference Document on Best Available Techniques for the Waste Treatment Industries. Poslední revize říjen 2005 [online]. [cit. 2009-12-12]. Dostupné z: <[http://www.cenia.cz/web/www/web-pub2.nsf/\\$pid/CENMSFLZ7HNS/\\$FILE/BREF%20WTI-CAST%20A.pdf](http://www.cenia.cz/web/www/web-pub2.nsf/$pid/CENMSFLZ7HNS/$FILE/BREF%20WTI-CAST%20A.pdf)>.
- [9] KOVAŘÍKOVÁ, T. a spol.. Co je MBÚ [online]. Poslední revize 7.3.2008 [cit. 2009-11-26]. Dostupné z: < <http://www.mbu.cz/cz/Cojembu.php> >.
- [10] DVOŘÁČEK, T., *Bioprofit s.r.o.*. Studie výstavby zařízení MBÚ v České republice. *Odpady*, 2009, roč. 19, č. 10, s. 23 –25. ISSN 1210-4922.
- [11] ŠŤASTNÁ, J.. Ověřování MBÚ přineslo překvapivé výsledky. *Odpady*, 2008, roč. 18, č. 4, s. 11–13. ISSN 1210-4922.

- [12] Shrnutí a doporučení podle projektu VaV č. SL-7-183-05 [online]. Poslední revize 15. 4. 2008 [cit. 2010-01-15]. Dostupné z: <http://odpady.ihned.cz/c4-10066060-23933190-E00000_d-shrnuti-a-doporuceni-podle-projektu-vav-c-sl-7-183-05>.
- [13] Mechanisch – Biologische Abfallbehandlung [online]. [cit. 2010-01-15]. Dostupné z: <<http://www.umweltbundesamt.at/mba>>.
- [14] Jak je to s MBÚ. [online]. [cit. 2009-12-12]. Dostupné z: <<http://www.odpadjeenergie.cz/mbu-a-jine/mbu/jak-je-to-s-mbu.aspx>>.
- [15] Ostrava. Poslední revize 1. 3. 2010 [online]. [cit. 2010-02-21]. Dostupné z: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Ostrava>>.
- [16] Strategický plán rozvoje statutárního města Ostravy na léta 2009 – 2015. Poslední revize prosinec 2008 [online]. [cit. 2010-02-21]. Dostupné z: <http://www.ostrava.cz/jahia/webdav/site/ostava/shared/obcan/magistrat/ekonomicky_odbor/dokumenty/Profil%20mesta%20Ostravy%20_14-8-2009_.pdf>.
- [17] Co je třídění odpadů, proč třídíme odpady?. [online]. [cit. 2010-02-21]. Dostupné z: <<http://iszp.kr-moravskoslezsky.cz/cz/odpady/trideni/co-je-trideni-odpadu--proc-tridime-odpady--42>>.
- [18] Krajské integrované centrum nakládání s komunálními odpady. [online]. [cit. 2010-02-21]. Dostupné z: <<http://iszp.kr-moravskoslezsky.cz/cz/odpady/krajske-integrované-centrum-nakladani-s-komunalnimi-odpady-40/>>.
- [19] Ostrava bude rozšiřovat městskou skládku. Poslední revize 20.8.2009 [online]. [cit. 2010-02-21]. Dostupné z: <<http://www.enviweb.cz/clanek/odpady/77945/ostava-bude-rozsirovat-mestskou-skladku>>.
- [20] Projekt KIC Odpady. Poslední revize 17.12.2009 [online]. [cit. 2010-02-25]. Dostupné z: <<http://www.kic-odpady.cz/o-projektu.html>>.
- [21] FITE a.s., Projekt VaV - SL – 7 – 183 – 05: Ověření použitelnosti metody mechanicko-biologické úpravy komunálních odpadů a stanovení omezujících podmínek z hlediska dopadů na životní prostředí, Listopad 2007.
- [22] ŠTĚPÁNEK, J., V třídění odpadu se stále lepšime. *Ostravská radnice*, 2010, č. 4, s. 7.
- [23] www.mapy.cz

7 Seznam příloh

Příloha A – Výpočtová tabulka nákladů provozu MBÚ v programu MS Office Excel 2007
(Umístěno na přiloženém CD-ROM)